This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

Google

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

1525.21.5

HARVARD COLLEGE LIBRARY

BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON

FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION

8

41 Sci 1525.21.5

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

SIXIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE NAVIGATION INTÉRIEURE

TENU À LA HAYE EN 1894

RAPPORTS DES DÉLÉGUÉS FRANÇAIS

SUR

LES TRAVAUX DU CONGRÈS

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

M DCCC XCV

460 - 114 - 95

RAPPORTS

DES DÉLÉGUÉS FRANÇAIS

AU

CONGRÈS INTERNATIONAL

DE NAVIGATION INTÉRIEURE

TENU À LA HAYE EN 1894

Les présidents d'honneur du Congrès étaient :

M. le Ministre du Waterstaat, du commerce et de l'industrie;

M. le Ministre de l'intérieur;

M. le Ministre des affaires étrangères.

Le Comité de patronage, qui comprenait soixante-dix-sept membres, avait pour président M. le comte VAN BYLANDT, docteur en droit, membre de la seconde Chambre des États généraux.

La Commission d'organisation était composée comme suit :

Présidents.

MM. BYLANDT (C.-J.-E., comte VAN), docteur en droit, membre de la seconde Chambre des États généraux;

CONRAD (J.-F.-W.), ancien inspecteur général du Waterstaat;

LEEMANS (W.-F.), président de l'Institut royal des ingénieurs, inspecteur du Waterstaat.

Secrétaire général.

M. ASSER (L.-E.), ancien ingénieur en chef de la voie et des travaux au Chemin de fer hollandais.

Secrétaires.

MM. HAVELAAR (D.-H.), ingénieur de 1re classe du Waterstaat aux Indes Orientales néerlandaises;

GEVERS DEYNOOT (Jonckeer W.-Th.), docteur en droit, secrétaire de la Chambre de commerce de la Haye.

Membres.

MM. DEKING DURA (A.), ingénieur en chef du Waterstaat de la province d'Overyssel;

DE JONGH (G.-J.), ingénieur en chef, directeur des travaux publics de la ville de Rotterdam;

SLEYDEN (Ph.-W. VAN DER)[1], ingénieur en chef du Waterstaat à Maestricht (Limbourg);

SCHUURMAN (J.-A.), ingénieur en chef, directeur des travaux publics de la ville d'Amsterdam;

[1] Depuis le mois de mai 1894, M. VAN DER SLEYDEN a été nommé Ministre du Waterstaat, du commerce et de l'industrie.

MM. Stieltjes (E.-H.), membre du Conseil de surveillance des chemins de fer dans les Pays-Bas;

Tideman (J.), secrétaire de l'Institut royal des ingénieurs;

Vries (H.-P.-J. de), ingénieur du Waterstaat de la province de la Frise;

Welcker (J.-W.), ingénieur en chef du Waterstaat à Zwolle (Overyssel).

Trésorier.

M. Furnée (H.-W.-E.-K.), docteur en droit, banquier à la Haye.

Secrétaires adjoints.

MM. Marle (J.-W. van), ingénieur de 2e classe du Waterstaat aux Indes Orientales;

Voorst Vader (P.-J. van), ingénieur civil;

Beversen (H.-E.), ingénieur civil;

Loon (A.-R. van), ingénieur aspirant du Waterstaat.

Commissaires.

MM. Repelaer van Driel (Jonkheer O.-J.-A.), ingénieur au Conseil de surveillance des chemins de fer dans les Pays-Bas;

Beyerman (H.-F.), ingénieur de 2e classe du Waterstaat;

Wortman (H.), ingénieur de 2e classe du Waterstaat;

Halbertsma (H.-P.-N.), ingénieur civil.

D'après le programme publié par la Commission d'organisation, le Congrès avait pour objet l'étude des questions d'ordre général relatives à la navigation sur les rivières et les canaux.

Le Congrès devait être divisé en quatre sections et les questions à traiter devaient être réparties ainsi qu'il suit entre ces sections :

1re *Section.* — Construction et entretien des canaux et des ports. — Construction des canaux de navigation permettant une exploitation à grande vitesse. — Outillage des ports de navigation.

2e *Section.* — Exploitation technique. — Moyens de prévention des chômages par les gelées. — Traction et propulsion sur les canaux, sur les rivières canalisées et sur les rivières à courant libre.

3ᵉ Section. — Exploitation commerciale et questions économiques. — Péages sur les voies navigables.

4ᵉ Section. — Rivières navigables et leurs améliorations. — Relations entre la forme du tracé des rivières et la profondeur du chenal. — Régularisation des rivières en basses eaux.

Deux excursions principales devaient avoir lieu pendant le Congrès dans les environs des villes de Rotterdam et d'Amsterdam pour la visite des ports de ces villes et des voies maritimes qui y donnent accès. Enfin, diverses excursions devaient être organisées après la clôture du Congrès en vue de visiter Haarlem et quelques villes de la Hollande septentrionale, les travaux pour la formation d'une rivière de 35 kilomètres donnant une nouvelle embouchure à la Meuse, le Zuyderzée et une partie de la province d'Overyssel.

Le nombre total des membres du Congrès (membres présents ou simplement adhérents) a été de 1048.

Les délégués des gouvernements et des collectivités étaient au nombre de 393, se répartissant ainsi :

Allemagne	151
Autriche	37
Belgique	20
États-Unis	6
France	87
Grande-Bretagne	11
Hongrie	19
Italie	4
Norvège	1
Pays-Bas	45
Portugal	3
Roumanie	2
Russie	3
Siam	1
Suède	1
Suisse	2
Total	393

La délégation française était composée comme suit :

Président.

M. **Fargue**, inspecteur général des ponts et chaussées.

Vice-présidents.

MM. **Boulé**, inspecteur général des ponts et chaussées;
Couvreur, premier vice-président de la Chambre de commerce de Paris.

Membres techniques.

MM. **Mengin-Lecreulx**, inspecteur général des ponts et chaussées;
Holtz, inspecteur général des ponts et chaussées;
Quinette de Rochemont, inspecteur général des ponts et chaussées;
Flamant, inspecteur général des ponts et chaussées;
Lévy (Maurice), inspecteur général des ponts et chaussées;
Beaurin-Gressier, chef de division de la navigation au Ministère des travaux publics;
Fontaine, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Caméré, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Hirsch, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
De Mas, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Derome, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Guérard, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Girardon, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Denys, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Rigaux, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Rabel, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Vétillart, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Guiard, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
La Rivière, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Le Chatelier, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Renaud (Maurice), ingénieur des ponts et chaussées;
Galliot, ingénieur des ponts et chaussées;
Monet, ingénieur des ponts et chaussées;
Dardenne, ingénieur des ponts et chaussées;
Pavie, ingénieur des ponts et chaussées;
Charguéraud, ingénieur des ponts et chaussées;
Godard (Louis), ingénieur des ponts et chaussées;

Membres présentés par la Chambre de commerce de Paris.

MM. Maës, membre de la Chambre de commerce de Paris;
Moisant, membre de la Chambre de commerce de Paris;
Lainey, membre de la Chambre de commerce de Paris;
Camus, membre de la Chambre de commerce de Paris;
Noblemaire, membre de la Chambre de commerce de Paris;
Martial Bernard, membre de la Chambre de commerce de Paris.

Outre la délégation officielle, la France était encore représentée par un grand nombre de membres adhérents : ingénieurs des ponts et chaussées, ingénieurs civils, délégués de sociétés diverses, etc.

OUVERTURE DU CONGRÈS.

Conformément au programme arrêté par la Commission d'organisation, le Congrès a été ouvert à la Haye le lundi 23 juillet.

A cette première séance, Son Excellence le Jonkeer J. Roell, Ministre des affaires étrangères, a, dans son discours d'inauguration, adressé aux membres du Congrès des paroles de bienvenue au nom du Gouvernement néerlandais, et a souhaité que leurs travaux soient couronnés d'un plein succès et puissent amener des résultats dignes à tous égards de la haute protectrice du Congrès, Sa Majesté la Reine régente des Pays-Bas. Puis il a donné la parole à M. le comte van Bylandt, président du Comité de patronage du Congrès, qui s'est fait l'interprète de tous les membres du Congrès pour exprimer l'hommage respectueux de l'Assemblée à Sa Majesté la Reine, qui a daigné accepter le haut patronage du VI[e] Congrès international de navigation intérieure.

M. le comte van Bylandt a prié M. le chevalier Huyssen van Kattendijke, représentant de Sa Majesté au Congrès, d'être l'organe de la profonde gratitude des membres de l'Assemblée pour

cette marque de son auguste bienveillance. Il a aussi remercié Leurs Excellences MM. les Ministres qui ont accepté la présidence d'honneur du Congrès et plus particulièrement S. E. M. le Ministre des affaires étrangères pour les bonnes paroles si pleines de courtoisie qu'ils a adressées aux délégués officiels des différents gouvernements étrangers.

La parole a ensuite été donnée à S. E. M. Schultz, délégué de l'Empire allemand, à M. Fargue, inspecteur général des ponts et chaussées, président de la délégation française, à M. le député docteur Russ, délégué du Gouvernement autrichien, et à M. Debeil, président de la délégation belge.

Puis S. E. M. le Ministre des affaires étrangères a proclamé ouverte la session du Congrès et a transmis la présidence de la séance à M. le comte van Bylandt.

TRAVAUX DU CONGRÈS.

Il a été ensuite procédé à la nomination tant du bureau général que des bureaux de sections.

Sur la proposition de M. Martial Bernard et par acclamation, la Commission d'organisation a été maintenue comme Bureau général et conformément aux précédents on lui a adjoint des vice-présidents et des secrétaires étrangers.

En ce qui concerne les bureaux des sections, les présidents ont été pris parmi les membres hollandais, et les vice-présidents ainsi que les secrétaires parmi les représentants des gouvernements étrangers. Les membres français qui ont figuré dans la constitution des bureaux sont :

Bureau général.

Vice-président : M. Fargue, inspecteur général des ponts et chaussées.
Secrétaire : M. de Mas, ingénieur en chef des ponts et chaussées;

Bureaux des sections.

1re Section.

Vice-président : baron Quinette de Rochemont inspecteur général des ponts et chaussées.

Secrétaire : M. Chargueraud, ingénieur des ponts et chaussées.

2e Section.

Vice-président : M. Holtz, inspecteur général des ponts et chaussées.

Secrétaire : M. Pavie, ingénieur des ponts et chaussées.

3e Section.

Vice-président : M. Martial Bernard, membre de la Chambre de commerce de Paris.

Secrétaire : M. de Polligny, ingénieur des ponts et chaussées.

4e Section.

Vice-président : M. Mengin-Lecreulx, inspecteur général des ponts et chaussées.

Secrétaire : M. Godard, ingénieur des ponts et chaussées.

Après le vote, M. Asser, secrétaire général de la Commission d'organisation, a donné quelques indications d'ordre pratique et s'est mis gracieusement, ainsi que ses collègues du Secrétariat, à la disposition des membres du Congrès pour leur fournir toutes les communications qui pourraient leur être utiles.

Puis dans un très remarquable discours, M. le président Conrad, inspecteur général du Waterstaat, a donné un aperçu de la formation des Pays-Bas et de leur conservation, principalement de la partie la plus basse nommée la *région des polders*.

Les sections ont tenu une séance le 23 juillet dans l'après-midi et deux séances pendant les journées des 25 et 26 juillet, soit en tout cinq séances, sauf la 3e Section qui n'a tenu que quatre séances.

La nomenclature de leurs travaux peut être résumée comme suit :

1re Section. — *Construction et entretien des canaux et des ports :*

Port de Rotterdam. — Rapport de M. de Jongh (Hollandais).

Port d'Amsterdam. — Rapport de M. Schuurman (Hollandais).

A l'occasion de la discussion de ce rapport, M. Huet (Hollandais) a offert au Congrès un exemplaire d'un avant-projet pour un chenal ouvert sans écluses entre Amsterdam et la mer du Nord.

Observations de M. Quinette de Rochemont (Français).

Outillage des ports de navigation :

Rapport de MM. Monet et Dardenne (Français).

Observations de M. Gröhe (Allemand).

Consolidation des berges sur le canal de Liège à Maestricht;

Communication de M. Debeil (Belge).

Relations entre la vitesse, l'effort de traction et la section des bateaux, d'une part, la surface et la forme de la section des canaux d'autre part :

Rapport de M. Derôme (Français).

Rapport de M. Vortman (Hollandais).

Communication de M. Möller (Allemand) sur la consolidation des berges.

Rapport de M. van der Linden (Belge).

Proposition de M. Huet (Hollandais) sur les questions que le 7e Congrès pourrait admettre dans le programme de ses travaux.

Observations de MM. Schmitt (Allemand), Denys, Charguéraud, Monet (Français).

(*Rejet de la proposition.*)

2e Section. — *Exploitation technique. — Moyens de prévention des chômages par les gelées :*

Rapport de MM. Caméré et Rigaux (Français).

Rapport de MM. Bekaar et Nelemans (Hollandais).

Rapport de M. Narten (Allemand) sur le déglaçage.

Communication de M. Schromm (Autrichien) sur le déglaçage.

Renseignement de M. Dibos (Français) sur les procédés mécaniques autres que les explosifs pour le cassage des glaces.

Rapport de M. Cramer (Hollandais) sur l'emploi des brise-glaces.

Observations de M. von Dömming (Allemand) sur les brise-glaces.

Renseignements de M. Hudig (Hollandais) sur le déglaçage des bassins du port de Rotterdam.

Observations de M. Holtz (Français) sur les conclusions à adopter.

Discussion et approbation des conclusions à soumettre au Congrès.

Traction et propulsion des bateaux sur les voies navigables :

Rapport de MM. Hirsch et de Mas (Français).

Renseignements de M. Hirsch (Français).

Renseignements de M. Galliot (Français) sur le touage électrique.

Renseignements de M. Bovet (Français) sur le touage magnétique.

Renseignements de M. Galliot (Français) sur la traction électrique au moyen d'un petit appareil électrique à hélice.

Présentation par M. Maurice Lévy (Français) d'un ouvrage intitulé : *Études sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux.*

Renseignements de M. de Mas (Français) au sujet des rapports présentés par lui en collaboration avec M. Hirsch.

Renseignements de M. Debeil (Belge) sur le touage et le remorquage sur la Meuse canalisée et sur le canal de Liège à Maestricht.

Observations de M. Schromm (Autrichien) au sujet de la forme des bateaux, et réponse de M. de Mas (Français).

Lecture par M. Hirsch (Français) d'un rapport de M. Stieltjes (Hollandais) relatif aux nouveaux systèmes de traction proposés ou essayés.

Renseignements de M. de Bovet (Français) à propos de l'emploi des moteurs à pétrole.

Observations de MM. Debeil (Belge), Holtz, Galliot et Rigaux (Français) au sujet de la forme des bateaux.

Observations de MM. de Mas, Holtz, Hirsch, de Bovet sur les conclusions à adopter.

3e Section. — *Exploitation commerciale et questions économiques. — Péage sur les voies navigables.*

Rapport de M. Renaud (Français).

Rapport de M. Dufourny (Belge).

Rapport de M. Hatschek (Allemand).

Rapport de M. Deking Dura (Hollandais).

Réponse de M. Dufourny aux conclusions du rapport de M. Deking Dura.

Proposition de résolution présentée par M. Couvreur (Français) au sujet de la gratuité du péage. Cette proposition est retirée par son auteur après une discussion établissant que cette question n'est pas à l'ordre du jour.

Les rapporteurs soumettent un texte de résolution et M. Puppel (Allemand) propose de le faire précéder d'un considérant relatif à la gratuité.

Observations de M. le docteur Russ (Autrichien) sur le texte

de cette résolution et réponse de MM. Captier et Robert Mitchell (Français) et de M. Hatschek (Allemand).

Renseignements de M. Lionel B. Wells (Anglais) relatifs aux péages effectués sur les canaux d'Angleterre.

Observations de M. le docteur Soetbeer et de M. Gothein (Allemands), en faveur du péage considéré comme rétribution des dépenses d'établissement et d'entretien de la voie.

Observations de M. Katz (Allemand) en faveur du péage pour couvrir les frais d'exploitation.

Observations de M. Nyssens Hart (Belge) et de Sir Edward Jenkinson (Anglais) en faveur de la résolution proposée par le Bureau.

Les propositions du Bureau ont été adoptées.

Proposition de M. Captier (Français) au sujet de l'hypothèque sur les bateaux, à étudier dans le VII° Congrès. (*Adoptée.*)

Propositions de M. Puppel (Allemand) pour l'établissement d'un bureau de statistique chargé de préparer les questions des actes et des traités de navigation pour le prochain Congrès. (*Pas adoptées.*)

4° Section. — *Rivières navigables et leurs améliorations.* — *Relations entre la forme des rivières et la profondeur du chenal.*

Rapport de M. Jasmund (Allemand).

Réserves de M. Fargue (Français). — Observations de M. Mengin-Lecreulx (Français), de M. Vernon Harcourt (Anglais) et de M. Troost (Belge).

Renseignements complémentaires de M. Jasmund.

Note de M. Vandervin (Belge). Compte rendu d'expériences faites sur la rivière Nèthe, lesquelles ont confirmé les lois formulées par M. Fargue.

Note de M. Castendijk (Hollandais) sur les travaux exécutés sur le Rhin et sur le Wahal.

Rapport de M. Ermerins (Hollandais) relatif au canal de Pannerden et au Rhin inférieur.

Étude de M. Nolthenius (Hollandais) sur la Meuse supérieure.

Étude de M. Steijn Parvé (Hollandais) sur la nouvelle Meuse.

Observations de M. Welcker (Hollandais) et réponse de M. Mengin-Lecreulx (Français).

Nouvelle communication de M. Jasmund (Allemand) qui dit que la courbure n'est pas la seule cause agissant sur la profondeur; il y a en outre la largeur, la résistance des matériaux, la pente des berges.

Mémoire de M. Mengin-Lecreulx (Français).

Discussion par MM. Vernon Harcourt (Anglais), Mengin-Lecreulx (Français), Vandervin (Belge), Fargue (Français) et Troost (Belge).

Rapport de M. Schuurman (Hollandais), présenté par M. van Hoff (Hollandais). — Étude sur les observations faites sur la Merwede.

Observations de M. Mengin-Lecreulx (Français) au sujet du déplacement général du lit de la Merwede.

Renseignements de M. Jasmund (Allemand) faisant connaître qu'il a fait son étude sur une section de l'Elbe où le fond est stable, pour éviter les complications dues à l'acheminement des sables.

Observations de M. Fargue (Français) au sujet de la variation du fond en ce qui concerne la Merwede.

Discussion par MM. Vernon Harcourt (Anglais), van Hoff (Hollandais), Mengin-Lecreulx et Guillon (Français).

Régularisation des rivières en basses eaux :

Rapport de M. Seidel (Allemand) relatif aux travaux de régularisation au moyen de digues horizontales basses.

Observations de M. Lange (Allemand) qui dit que les résul-

tats constatés par M. Seidel n'ont rapport qu'aux rivières de la Prusse orientale.

Observations de M. Suling (Allemand) qui vient constater les bons résultats obtenus par les digues longitudinales sur la Weser inférieure.

Communication de M. Rehbock (Allemand) sur les postes maritimes de la Weser.

Observations de M. von Dömming (Allemand) au sujet du système de M. Franzius, sur l'Elbe.

Observations de M. Schattauer (Allemand) qui dit que l'on considère à tort comme une nouveauté l'application de digues basses latérales sur la Weser supérieure.

Réponse de M. Rehbock (Allemand) qui dit que M. Franzius ne peut nullement appliquer son système sur la Weser supérieure.

Mémoire de M. Girardon (Français) sur les travaux du Rhône.

Communication de M. Castendijk (Hollandais) sur les travaux du Wahal, avec conclusion.

Observations de M. Seidel (Allemand) sur la conclusion du rapport de M. Castendijk. — Observations de M. W. Dyce Cay (Anglais).

Communication de M. Peschek (Allemand) sur le système de régularisation de l'Oder.

Rapport de M. de Timonoff (Russe) relatif au régime du Dniéper.

Rapport de M. Maksimoviecz (Russe) résumé par M. Fargue (Français); renseignements sur les travaux d'amélioration à entreprendre sur le Dniéper.

Rapport de M. Lélavski (Russe) résumé par M. de Timonoff (Russe), qui indique une manière nouvelle de déterminer la direction des filets liquides dans un fleuve.

Discussion sur les conclusions à soumettre au Congrès.

Une séance plénière a été tenue dans la matinée du samedi 28 juillet, sous la présidence de M. Conrad, pour discuter les questions examinées en séance de Section.

Chaque Section avait désigné des rapporteurs chargés de résumer ses travaux en séance plénière.

M. Chargueraud, rapporteur de la 1re Section pour la première question a présenté les conclusions suivantes :

« La première Section du VIe Congrès international de navigation intérieure est d'avis qu'il y a lieu de renouveler les vœux émis par le Congrès de Paris en ce qui concerne la continuation des études relatives à la consommation des canaux et aux procédés d'étanchement.

« La première Section du Congrès international de navigation intérieure émet le vœu que les expériences entreprises par M. l'ingénieur en chef de Mas en vue de déterminer les relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et la section immergée des bateaux d'une part, la surface et la forme de la section mouillée des canaux d'autre part, soient continuées assez activement dans les différents pays pour que la Commission d'organisation du prochain Congrès puisse poser utilement la question suivante :

« Déterminer le profil courant d'un canal qui permettra à un « bateau dont la forme et la section sont données de réaliser une « vitesse voulue avec un effort de traction déterminé. »

« La 1re Section estime que les expériences dont il s'agit devront porter notamment sur l'excès de résistance qui se produit lors du croisement des bateaux tant en alignement droit qu'au passage des courbes.

« La 1re Section du VIe Congrès international de navigation intérieure émet le vœu qu'il soit fait des constatations en vue de déterminer la profondeur en dessous du niveau de l'eau jusqu'à laquelle se fait sentir l'effet des courants et des vagues, lorsqu'un

canal de section mouillée donnée est parcouru avec une vitesse donnée par un bateau de section immergée donnée.

« La 1re Section estime que les vitesses maxima à imposer par mesure de police aux steamers devraient être proportionnées aux rapports qui existent entre la section immergée de ces navires et le profil mouillé du canal, et qu'il est nécessaire d'effectuer les travaux de consolidation des berges de telle sorte qu'elles résistent à l'action des vagues soulevées au passage des steamers animés d'une vitesse indispensable à leur gouverne sûre. »

Ces conclusions ont été adoptées à l'unanimité par le Congrès.

M. Dardenne, rapporteur de la 1re Section pour la deuxième question, a présenté les conclusions suivantes :

« La section a estimé qu'il convenait de compléter les résolutions votées par le Ve Congrès.

« L'ancien article 2 était libellé comme suit :

« Pour développer la navigation intérieure et assurer à celle-ci « son plein rendement économique, on a besoin d'un outillage mé-« canique étendu et perfectionné, de terre-pleins assez vastes, ainsi « que de magasins et de hangars avec une installation conforme « aux exigences modernes.

« La navigation supportera des taxes calculées d'après les frais « d'entretien et les intérêts du capital, pour l'utilisation des instal-« lations de ce genre, beaucoup plus facilement que les chômages « résultant pour elle de l'insuffisance de l'outillage des ports. »

« On y ajouterait à la suite les paragraphes suivants :

« Dans chaque port, le développement à donner à l'outillage « doit, bien entendu, demeurer subordonné à l'importance et aux « besoins réels du port.

« Pour les ports importants qui sont appelés à recevoir un ou-« tillage complet (voies ferrées, hangars, magasins, entrepôts, « engins de manutention), cet outillage doit être établi conformé-« ment à un programme d'ensemble, qui assure une parfaite co-« hésion des divers éléments constitutifs de l'installation.

« L'outillage de la voie navigable elle-même comporte, pour le « chargement et le déchargement des marchandises et colis de « dimensions ou de poids exceptionnels, l'installation d'engins « spéciaux partout où lesdits engins peuvent rendre des services. »

« D'autre part, la rédaction de l'article 3 contient le paragraphe suivant :

« L'usage des ports publics doit être subordonné à des règle- « ments ne contenant que des prescriptions propres à sauvegarder « la sécurité et l'ordre, sans restreindre la liberté de la circulation « au profit des personnes isolées. Cette règle ne devrait comporter « d'exceptions que dans le cas où des particuliers fourniraient la « totalité ou une partie notable des ressources nécessaires à l'in- « stallation et à l'entretien de ces ports. »

« On propose de le compléter comme suit :

« Les outillages privés peuvent être autorisés sur les ports « publics, pourvu que leur installation ne soit pas contraire à « l'intérêt général.

« Pour assurer le développement de l'outillage sur les ports « publics, il convient de favoriser et d'encourager le plus possible « l'initiative privée.

« Dans les ports de faible importance il importe d'éviter toutes « installations et toutes dépenses incomplètement justifiées. L'ini- « tiative privée paraît particulièrement apte, dans ces conditions, « à donner des résultats économiques satisfaisants. Il convient « toutefois de lui venir en aide en simplifiant notamment, dans la « mesure du possible, les formalités nécessaires pour l'installation « et l'exploitation des engins.

« Pour l'outillage des ports importants, ainsi que pour l'instal- « lation des engins spéciaux destinés à la manutention des mar- « chandises de poids exceptionnel, les pouvoirs publics peuvent uti- « lement intervenir, à défaut de l'initiative privée, soit directement, « soit par l'intermédiaire de personnes morales agissant par délé-

«gation. Les concessions relatives à ces outillages doivent émaner «du pouvoir central.

«Toute concession d'outillage public comporte fixation de tarifs «maxima, moyennant lesquels cet outillage sera mis à la disposi-«tion du public, sans préférence ni faveur.

«Il importe d'ailleurs d'affirmer le caractère précaire et révo-«cable des permissions en vertu desquelles lesdits outillages «peuvent être établis.»

Ces conclusions ont été adoptées par le Congrès.

M. Holtz, rapporteur de la 2e Section pour la troisième question, a soumis au Congrès les conclusions suivantes :

«Il est très désirable de maintenir la navigation libre pendant les gelées.

«Mais les procédés à employer dans ce but sont variables suivant les régions et les voies navigables auxquelles ils s'appliquent.

«L'opération comprend, en effet, deux phases distinctes, le cassage de la glace et l'évacuation des glaçons.

«A ce point de vue, il y a lieu de distinguer : 1° les estuaires et rivières à marée; 2° les rivières en dehors de leur partie maritime; 3° les canaux artificiels.

«Dans la partie soumise au jeu des marées, l'évacuation des glaces présente, en général, peu de difficultés. D'autre part, les intérêts considérables qui s'attachent au maintien du libre accès des ports peuvent justifier des dépenses importantes. Dans ce cas, il convient, à moins d'impossibilité, d'ouvrir et de conserver un chenal par le passage fréquent de brise-glaces ou de bateaux à vapeur.

«En dehors de la partie maritime, l'évacuation des glaces dans les rivières à courant libre peut encore s'opérer, mais avec des difficultés, qui parfois sont très grandes. Les intérêts en jeu exigent aussi plus rarement le maintien d'un chenal permanent. Dans ce cas, on peut hâter le rétablissement de la navigation aux approches

du dégel par l'usage de brise-glaces ou autres moyens mécaniques ou par l'emploi d'explosifs.

« Toutefois, il faut prendre les précautions nécessaires pour prévenir les embâcles que les glaçons pourraient former dans la partie inférieure.

« Lorsque les embâcles se produisent, on peut recourir à l'emploi de bateaux béliers, tels que ceux dont on s'est servi avec succès sur l'Elbe et la Vistule, ou à celui d'explosifs, comme on l'a fait dans divers pays sur un grand nombre de rivières.

« Sur les canaux maritimes, l'évacuation des glaçons est impossible. Néanmoins, les intérêts commerciaux étant les mêmes que sur la partie maritime des rivières, il y a lieu de s'attacher à maintenir, par les mêmes moyens, un chenal toujours praticable à la batellerie.

« Sur les canaux de navigation intérieure et sur les rivières canalisées, qui leur sont assimilables, les mêmes procédés sont rarement applicables. Si l'on réussit à opérer le déglaçage, les bateaux affectés à la navigation en canal, moins solidement construits que ceux qui fréquentent les rivières ou les estuaires ne sont pas capables de se frayer un chemin à travers les glaçons flottants. Mais il convient de réduire autant que possible la durée du chômage, en opérant à l'aide de brise-glaces, soit avant la prise complète du canal, soit dès que le dégel se manifeste. Quant aux explosifs, ils ne sont pas à recommander dans les canaux.

« En ce qui concerne les rivières canalisées au moyen de barrages mobiles, le cassage des glaces ne s'impose pas au point de vue des intérêts de la navigation, qui ne peut avoir lieu pendant que les barrages sont ouverts et tant que la débâcle finale ne s'est pas produite.

« La Section émet le vœu que les essais se continuent, de manière à déterminer les meilleurs procédés à employer dans chaque cas particulier.

M. Debeil (Belge) a demandé que l'on ajoute un vœu en faveur

de l'application de mesures pour le déglaçage des ouvrages d'art pendant les fortes gelées.

Cette observation a été consignée au procès-verbal, et les conclusions présentées par le rapporteur ont été adoptées par le Congrès.

M. Hirsch, rapporteur de la 2e Section pour la quatrième question, a présenté les résolutions suivantes :

« 1re *résolution*. — A la suite d'une discussion approfondie, le Congrès de Paris a recommandé certaines études intéressant à un haut degré la navigation intérieure, savoir :

« Continuation des recherches expérimentales sur la résistance « des bateaux à la traction, suivant les méthodes pratiquées par « MM. Caméré, Clerc et de Mas;

« Étude du vrillage dans le halage funiculaire;

« Expériences sur le touage électrique;

« Études sur l'organisation économique de la traction. »

« La 2e Section a constaté avec satisfaction que, depuis le Congrès de Paris, la plupart de ces questions ont fait des progrès notables, qu'elles se sont précisées et mûries; que même des solutions partielles sont intervenues. Toutefois la Section estime qu'il y a lieu de continuer les études dans la même direction. Elle a donc l'honneur de proposer que les mêmes questions soient maintenues dans le programme du prochain Congrès de navigation. En outre, pour tenir compte des faits acquis, elle pense qu'il y a lieu d'insister spécialement sur les recherches à faire en vue de l'installation du touage électrique sur les canaux.

« 2e *résolution*. — D'après les expériences de M. de Mas, encouragées d'une manière si libérale par l'administration française, il semble possible de construire, pour la navigation intérieure, des bateaux qui, tout en conservant un tonnage à peu près égal à celui des types actuellement en usage, présenteraient une résistance à la traction considérablement moindre, aussi bien sur les canaux que sur les rivières. La conséquence serait, selon les cas :

une diminution correspondante de l'effort, et par suite des frais de traction, ou une augmentation de la vitesse de marche, et par suite une réduction de la durée des parcours.

« *3e résolution.* — La 2e Section, estimant qu'en certains cas la monopolisation du service de la traction sur les voies navigables peut répondre à un intérêt général, propose de soumettre cette question aux délibérations du prochain Congrès. » (*Applaudissements.*)

Ces résolutions ont été adoptées par le Congrès.

M. Dufourny, rapporteur de la 3e Section, a présenté les conclusions suivantes :

« Le Congrès a cru devoir s'en tenir au programme qu'il s'était tracé.

« Il n'a pas remis en discussion la question de la gratuité ou de la non-gratuité de la circulation sur les voies navigables, fort longuement traitée à Paris; il a réservé cette question de la façon la plus complète et il s'est borné à rechercher quelles sont les situations de fait existant dans les différents pays, comment dans chacun d'eux a été résolue la question des péages, et quelles ont été les causes déterminantes de l'état de choses en vigueur. Il a été ainsi amené à reconnaître que, là où des péages sont maintenus, leur *quantum,* leur base ou leur mode de perception dépendent de causes très variables et très complexes, parmi lesquelles il faut considérer, pour chaque pays, son régime économique, financier et industriel, l'étendue du réseau de ses voies de communication et leur mode d'exploitation, et pour un même pays, la nature de la voie navigable, rivière ou canal, sa longueur, son régime administratif et ses lignes concurrentes; il est donc impossible de dégager de l'examen, auquel le Congrès a procédé, des lois absolues, puisqu'il s'agit de questions d'espèce et d'un ensemble de cas particuliers.

« Toutefois le Congrès a cru pouvoir émettre les vœux suivants :

« 1° Que les bases unitaires servant à la fixation des péages, « dans les pays où les péages ont été maintenus, soient désormais :

« La tonne de marchandises de 1,000 kilogrammes;

« Le kilomètre de parcours.

« 2° Que les redevances pour la manœuvre des écluses, ponts et barrages, de jour et de nuit, soient supprimées graduellement et partout où la chose est possible.

« 3° Que la perception des droits soit faite d'une façon simple, facile et pratique, permettant un contrôle aisé, rapide et sans entraves pour la navigation.

« 4° Que les droits de navigation sur les voies navigables artificielles établies par l'État, si tant est que pareils droits soient nécessaires, ne s'élèvent pas à un taux qui fasse rentrer complètement le trésor public dans les dépenses qu'il a faites, intérêt et amortissement compris; car chaque voie navigable artificielle donne naissance à d'autres profits directs et indirects pour les finances de l'État, et à de nombreux avantages pour la généralité.

« Considérant qu'il y a utilité à ce que les questions économiques se rattachant à la navigation intérieure prennent une plus large place dans les congrès ultérieurs, la 3e Section propose que le prochain congrès, le VIIe, étende le programme des questions économiques et mette notamment à l'ordre du jour de ses travaux la question de l'hypothèque sur les bateaux de rivière et de l'unification du mode de jaugeage des bateaux d'intérieur. »

Ces conclusions ont été adoptées par le Congrès.

M. Girardon, rapporteur de la 4e Section, a proposé au Congrès les deux résolutions suivantes :

« 1° Le Congrès émet le vœu qu'on mette à l'étude dans les prochain congrès un formulaire clair, court mais cependant suffisamment complet, qui renfermerait les renseignements nécessaires pour définir les caractéristiques de chaque rivière étudiée au

double point de vue de son régime et des besoins de sa navigation.

« 2° Le Congrès émet le vœu que l'on conserve, dans une section unique, l'étude de toutes les questions relatives à la régularisation des rivières, mais que, dans les mémoires comme dans le discussions, les questions soient classées en se guidant surtout sur la nature des problèmes à résoudre, et que dès maintenant une distinction soit faite entre les sections maritimes des fleuves et les sections à régime exclusivement fluvial. » (*Applaudissements.*)

Ces résolutions ont été adoptées par le Congrès.

M. le Président a donné lecture d'une proposition qu'il avait reçue tendant à la fusion du Congrès de navigation maritime avec le Congrès de navigation intérieure.

Après discussion, cette proposition a été adoptée par le Congrès.

La parole a été ensuite donnée, suivant l'ordre alphabétique des pays, à un certain nombre de délégués étrangers qui ont remercié leurs hôtes de la Haye.

M. le Président a fait ensuite connaître qu'il avait reçu de la Société de géographie de Lisbonne une invitation pour tenir à Lisbonne, en 1897, la session du prochain congrès. Mais le Congrès ayant décidé qu'il se réunirait tous les deux ans, l'invitation n'a pu être acceptée.

Sur la proposition de M. Betocchi, l'Italie a été choisie pour la prochaine réunion du Congrès.

CLÔTURE DU CONGRÈS.

M. le Président a donné ensuite la parole à M. le Ministre du Waterstaat, du commerce et de l'industrie, qui a remercié les membres du Congrès et a déclaré clos le VI[e] Congrès international de navigation intérieure.

FÊTES ET EXCURSIONS.

En dehors de leurs séances de délibérations, les membres du Congrès ont fait d'intéressantes excursions et ont assisté à des fêtes données en leur honneur.

En voici le résumé :

Dimanche 22 juillet. — Réception des congressistes à 8 heures du soir dans le Jardin royal de botanique et de zoologie. Concert militaire.

Lundi 23 juillet. — Raout à 9 heures 1/2 du soir au Restaurant royal, offert au Congrès par S. E. M. le Ministre du Waterstaat, du commerce et de l'industrie.

Mardi 24 juillet. — Excursion au Hoek van Holland, Rotterdam, Gorinchem, Dordrecht.

Déjeuner offert par la ville de Rotterdam.

Dîner à Dordrecht.

Mercredi 25 juillet. — Réception des membres du Congrès par le Conseil communal de la Haye, à 4 heures de l'après-midi, à l'Hôtel de ville (Groenmarkt).

Concert dans le parc de la Société nouvelle ou littéraire, situé dans le bois (Tent).

Jeudi 26 juillet. — Dîner officiel à Schéveningue dans la salle du théâtre du Kurhaus à 6 heures 1/2. Musique après le dîner sur la terrasse du Kurhaus et feu d'artifice.

Vendredi 27 juillet. — Excursion à Amsterdam, au canal de la Merwede et à Ymuiden.

Déjeuner offert par la ville d'Amsterdam.

Samedi 28 juillet. — Séance plénière à 10 heures du matin; clôture du Congrès.

Raout à 9 heures 1/2 au «Vieux Doelen», offert au Congrès par M. le comte van Bylandt.

Lundi 30 et mardi 31 juillet. — Excursion à Haarlem, au polder du lac de Haarlem, à Zaandam, etc.

Excursion pour la visite des travaux de la nouvelle embouchure de la Meuse supérieure.

Excursion sur le Zuyderzée, visite de l'île d'Urk, de Zvolle et des tourbières de l'Overyssel.

ACCUEIL FAIT À LA DÉLÉGATION FRANÇAISE.

La délégation française a reçu partout, pendant son séjour en Hollande, l'accueil le plus aimable et le plus sympathique. MM. les présidents et MM. les membres de la Commission d'organisation ont mis le plus courtois empressement à lui faciliter sa mission; elle conserve le meilleur souvenir des relations qu'elle a eues avec chacun d'eux et en particulier avec MM. van Bylandt, Conrad, Leemans et Asser.

Elle a reçu aussi le plus cordial accueil de M. Legrand, Ministre de la République à la Haye.

L'Inspecteur général des ponts et chaussées,
Président de la délégation française,

FARGUE.

II

COMPTES RENDUS DES DÉLIBÉRATIONS DU CONGRÈS.

1re *Question.*

CONSTRUCTION DES CANAUX DE NAVIGATION PERMETTANT UNE EXPLOITATION À GRANDE VITESSE.

(Compte rendu par M. Charguéraud, ingénieur des ponts et chaussées.)

CHAPITRE PREMIER.

PROGRAMME DES TRAVAUX.

Le Ve Congrès, tenu à Paris en 1892, avait émis le vœu suivant :

1° Que des expériences soient faites dans les différents pays, pour compléter et étendre les résultats et les conséquences de celles faites sur le canal Erié, en vue de déterminer les relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et la section immergée des bateaux, d'une part, et d'autre part, la surface et la forme de la section mouillée des canaux, tant maritimes que de navigation intérieure;

2° Que ces mêmes expériences soient faites en vue de déterminer l'influence du degré d'inclinaison des berges sur l'action de la vague produite par la propulsion des bateaux à des vitesses croissantes;

3° Que la critique de ces expériences fasse le sujet d'une des questions à traiter au prochain congrès.

En conséquence, le programme suivant avait été tracé pour l'étude de ces questions au VI° Congrès :

« Formes et dimensions de la section du canal, permettant à un bateau d'une section donnée de réaliser une vitesse voulue avec le moindre effort de traction. Excédent nécessaire de la profondeur du canal sur le tirant d'eau du bateau. Minimum du rayon à adopter pour les courbes des canaux.

« Dispositions les plus efficaces et constructions les plus économiques pour la défense des talus et des berges. »

CHAPITRE II.

ANALYSE DES RAPPORTS PRÉSENTÉS.

Trois rapports ont été présentés sur la première question; ce sont ceux de :

M. Gröhe, inspecteur des travaux hydrauliques à Munster : *Construction des canaux de navigation permettant une exploitation à grande vitesse;*

M. Derôme, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Compiègne : *Construction de canaux de navigation permettant une exploitation à grande vitesse;*

M. Wortman (H.), ingénieur du Waterstaat à Assen : *La défense des bords des canaux dans les Pays-Bas.*

Un quatrième mémoire intitulé : *Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction* a été présenté par M. Mendès Guerreiro, ingénieur en chef à Lisbonne, comme se rapportant à la première question. Il contient la description de divers types de bateaux qui naviguent sur le Tage et fréquentent le port de Lisbonne. Ce mémoire se rattache plutôt à la quatrième question.

M. Gröhe étudie principalement l'influence des obstacles à la

navigation, et tout particulièrement celui qui résulte du croisement des bateaux. Il établit une formule qui lui permet de rechercher l'importance relative des retards éprouvés par les bateaux en raison de l'intensité du trafic et il en conclut qu'il y a un grand intérêt à adopter une section assez large pour tout canal appelé à desservir une navigation assez active. Il exprime le vœu que les recherches entreprises au sujet de la résistance à la traction sur les canaux soient complétées en déterminant les pertes de vitesse aux croisements, et cela pour différentes coupes transversales de canal et diverses sortes d'exploitation.

Il indique ensuite la hauteur d'eau qui lui paraît devoir être laissée libre sous la quille en fonction du tonnage des bateaux et du mode de propulsion; le minimum serait, suivant lui, pour bateaux de 200 tonnes de 0 m. 40 pour l'exploitation à hélices, de 0 m. 30 pour les autres exploitations; ces mêmes quantités seraient portées à 0 m. 80 et 0 m. 50 pour bateaux de 1,000 tonnes.

Il estime que le rayon minimum des courbes doit être de 500 mètres pour les canaux qui permettent une navigation rapide.

En ce qui concerne la défense des rives, il recommande l'établissement d'une berme assez large (1 m. 50 au moins) placée à une profondeur convenable (pas moins de 0 m. 80) et la consolidation des rives au-dessus de la berme par des matériaux naturels ou artificiels ayant une surface aussi plane que possible et très peu de joints; l'angle d'inclinaison de ces talus se fixerait entre 30 et 40 degrés.

M. Derôme traite, dans un premier chapitre, la question de la forme et des dimensions de la section normale des canaux; il fait observer que l'énoncé de la première partie du problème posé a besoin d'être précisé, attendu que la solution consisterait à déterminer pour un bateau de section immergée et de vitesse données, un profil mouillé qui puisse être pratiquement assimilé à une nappe d'eau indéfinie. Cette solution serait inadmissible, sauf dans des

cas tout à fait exceptionnels, et n'offrirait qu'un intérêt purement théorique. Il faudrait donc rechercher non pas le profil correspondant au moindre effort de traction mais à un effort de traction déterminé; et pour cela il faudrait établir les relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et la section immergée des bateaux d'une part, la surface et la forme de la section mouillée des canaux d'autre part. M. Derôme examine alors les résultats obtenus à la suite des expériences entreprises par M. l'ingénieur en chef de Mas, et en conclut que la formule $R=KBV^2$ admise généralement ne répond pas à la réalité des faits; il faut donc que les recherches soient poursuivies pour en coordonner les résultats et les traduire en formules pratiques.

M. Derôme examine ensuite les améliorations qu'il conviendrait, à son avis, d'apporter aux dispositions et au mode d'exploitation des canaux français existants, en vue de l'amélioration des transports.

En ce qui concerne l'amélioration de la voie et des ouvrages d'art, M. Derôme insiste notamment sur les retards qui proviennent de l'existence des passages rétrécis; il conviendrait de les faire disparaître et d'outiller les écluses de manière à activer les manœuvres.

L'amélioration de l'outillage des ports présente, au point de vue de l'amélioration des transports, un sérieux intérêt; mais c'est aux particuliers ou tout au moins à certains établissements publics que doit incomber le soin de développer cet outillage.

La traction des bateaux pourrait être améliorée par l'organisation de services de halage perfectionnés, mais les nombreux essais tentés à ce sujet, en France, n'ont pas encore abouti à un fonctionnement régulier.

Le matériel de la batellerie pourrait recevoir des améliorations, et les expériences de M. de Mas établissent qu'avec un léger sacrifice sur la jauge on pourrait réaliser, à effort de traction égal, un accroissement de vitesse très sensible.

Dans un second chapitre, M. Derôme recherche l'excédent nécessaire de la profondeur d'un canal sur le tirant d'eau des bateaux et cite des expériences de M. l'ingénieur Barbet, d'après lesquelles, si l'avantage de porter le mouillage des écluses jusqu'à 2m 25 ou 2m 30 est très considérable, un accroissement plus grand n'est que faiblement justifié par les résultats à en obtenir.

Dans le chapitre III, M. Derôme indique les règles que l'on a suivies sur le canal de Saint-Quentin pour déterminer le rayon minimum des courbes et l'élargissement à donner au plafond dans ces courbes.

Enfin, dans le chapitre IV, M. Derôme décrit un certain nombre de types de défenses des berges employés sur les canaux dans la région du nord de la France.

M. Wortman, dans son mémoire, s'est borné à l'étude de la défense des berges et il donne la description d'un certain nombre de types employés en Hollande.

Il fait connaître que la plupart des canaux hollandais sont ouverts à la navigation à vapeur, mais que l'administration a arrêté des règlements qui fixent la vitesse et les dimensions maxima des bateaux à vapeur. La vitesse accordée, quoique assez considérable, est généralement dépassée; mais, comme les dimensions maxima des bateaux ne sont pas atteintes, on se trouve souvent dans des conditions plus favorables.

Pour les défenses de berges appliquées en Hollande, on remarque deux types : les talus consolidés et les revêtements à pente raide; le premier type comprend les perrés maçonnés ou à pierres sèches; le second les revêtements en charpente.

En comparant ces deux types, M. Wortman fait observer que partout où le pied même des perrés n'est pas soutenu par une rangée de pieux, il se produit des affouillements parfois considérables.

Le type le plus répandu en Hollande est le revêtement en charpente; mais si le talus qui prolonge ces revêtements n'est pas lui-

même protégé, il se produit encore des affaissements et il est impossible d'affirmer que les dégradations ne puissent se produire à des profondeurs supérieures à celles que l'on constate aujourd'hui.

Il faut donc, dans les travaux de canaux de section restreinte, enfoncer les pieux et les palplanches plus profondément.

Les exemples des canaux hollandais prouvent que l'action corrosive se manifeste très profondément; il est donc prudent, tant qu'on ne possédera pas des renseignements précis, de descendre les consolidations des talus jusqu'au niveau de la quille des bateaux à vapeur au plus grand tirant d'eau admis.

CHAPITRE III.

EXAMEN EN SECTION.

M. Debeil, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur du service spécial de la Meuse, président de la délégation belge au Congrès, a exposé les résultats d'expériences poursuivies sur le canal de Liège à Maëstricht, pendant trente années, dans le but de mettre la section de ce canal et les consolidations de ses rives en rapport avec l'importance du trafic à desservir; les bateaux qui fréquentent le canal marchent à la vitesse de 180 à 200 mètres par minute, soit à raison de 11 à 12 kilomètres à l'heure.

A l'origine, les talus gazonnés, coupés par une banquette de 0 m. 50 de largeur à la flottaison, se détérioraient rapidement. On employa successivement les piquets de défense avec clayonnages, puis les bordages en bois formés de cours horizontaux superposés de planches appuyées sur des piquets.

Ce procédé était insuffisant, car le passage des bateaux à vapeur produisait une onde de 0 m. 80 de hauteur totale. Aussi, malgré un entretien incessant, nécessitant un chômage général chaque année, les bordages devaient être renouvelés après douze années au maximum.

On résolut alors d'élargir le canal, et le rapport de la section des plus grands bateaux à la section mouillée du canal fut porté pour les bateaux à vapeur à 7/38 et pour les autres à 12/38; les talus furent alors consolidés au moyen de perrés en moellons débrutis, mais les résultats ne furent pas aussi satisfaisants qu'on l'espérait et l'on jugea préférable de maçonner les moellons au mortier. L'exécution de ce travail nécessite une baisse d'eau pendant trois semaines pour l'exécution de 1,800 à 2,000 mètres courants.

On se propose pour 1895 de simplifier le procédé en employant une file de palplanches jointives avec lisse horizontale, soutenant un petit perré fondé sur un lit de béton maigre, mode de défense qui ne nécessiterait qu'une baisse d'eau annuelle de huit jours.

M. Derôme, avant d'analyser son rapport, fait remarquer que la vitesse de 200 à 250 mètres par minute, admise en Hollande et aussi sur certains canaux de la Belgique, n'est pas celle qui est adoptée couramment en France; la vitesse de 30 à 45 mètres à la minute pour les bateaux ordinaires et de 60 à 70 mètres pour les vapeurs y est considérée comme normale, et par conséquent les résultats doivent être différents. En France, le rôle des canaux est de transporter économiquement des matières pondéreuses, et la question d'économie prime celle de la vitesse.

Il est donc nécessaire d'aller lentement, car l'orateur ne croit pas qu'on arrive jamais à ne pas payer la vitesse. Il conviendrait donc de diviser le problème en deux parties et de considérer séparément le canal à grande vitesse et le modeste canal qui transporte à très bas prix.

M. Möller, professeur à l'École polytechnique de Brunswick, expose un procédé de consolidations des berges au moyen d'un ancrage en ciment à mèche en fil de fer dont il est l'inventeur. Il montre des dessins du système et des échantillons des matériaux retirés des ouvrages après un certain temps d'usage.

M. Vanderlinden, ingénieur principal des ponts et chaussées en

Belgique, examine la question en se plaçant au point de vue de la navigation maritime desservie par des steamers marchant sous l'action exclusive de leur hélice. Il fait connaître que, lorsque le profil mouillé est égal à huit fois la section immergée du navire, la vitesse de celui-ci ne peut guère dépasser 6 à 7 nœuds, soit 12 k. 5 environ. Lorsque sur le canal de Gand à Terneuzen le rapport entre la section du canal et celle du navire descend de 9 jusqu'à 4, ce qui se produit pour les grands steamers chargés, ceux-ci prennent une allure très modérée (3.40 nœuds en moyenne) et effectuent ainsi une navigation satisfaisante.

M. Vanderlinden est même porté à croire qu'à la rigueur il serait possible dans certaines conditions, mais sans que cela puisse constituer une exploitation normale, de faire naviguer des steamers chargés, c'est-à-dire pratiquement insensibles à l'action du vent, alors que le rapport susdit descendrait jusque vers le chiffre 3.

Il pense qu'il faut au moins trois pieds d'eau sous la quille des steamers, car lorsque les courants inférieurs deviennent trop rapides, il est difficile de bien gouverner le navire.

En ce qui concerne la forme de la section d'un canal, M. Vanderlinden est d'avis que la forme trapézoïdale est bonne, mais qu'il convient d'aplatir les talus de la partie inférieure de la cuvette afin de faciliter le remplacement de l'eau sous la quille du navire.

Il justifie ensuite la formule qu'il a indiquée pour déterminer l'augmentation de largeur à donner dans les courbes.

Pour ce qui concerne la consolidation des berges, M. Vanderlinden rappelle ce qu'il a dit à ce sujet au Congrès de Paris. Il ajoute qu'à son avis une large banquette devrait être ménagée au pied des travaux de défense des berges.

M. Huet, professeur à l'École polytechnique de Delft, présente des explications sur un projet de vœu qu'il a préparé; après discussion, la Section décide qu'en ce qui concerne la partie de ce

vœu relative à l'alimentation et aux procédés d'étanchement il y a lieu, conformément à la proposition de M. Denys, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Épinal, de s'en référer au vœu émis au Congrès de Paris sur le même objet, et que le paragraphe proposant l'étude des appareils propres à obtenir dans les canaux une vitesse de propulsion qui permette d'approprier la navigation des canaux au transport des passagers doit être renvoyé à la 2e Section comme étant de son ressort.

CHAPITRE IV.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE.

En séance plénière, le Congrès a sanctionné sans discussion les trois vœux adoptés par la 1re Section sur les propositions respectives de :

MM. Denys, ingénieur en chef des ponts et chaussées en France;
Derôme, ingénieur en chef des ponts et chaussées en France;
Gröhe, inspecteur des travaux hydrauliques à Münster;
Vanderlinden, ingénieur principal des ponts et chaussées en Belgique;
Wortman, ingénieur du Waterstaat à Assen.

Ces trois propositions sont les suivantes :

1re *Proposition.* — La 1re Section du VIe Congrès international de navigation intérieure est d'avis qu'il y a lieu de renouveler les vœux émis par le Congrès de Paris en ce qui concerne la continuation des études relatives à la consommation des canaux et aux procédés d'étanchement.

2e *Proposition.* — La 1re Section du Congrès émet le vœu que les expériences entreprises par M. l'ingénieur en chef de Mas en vue de déterminer les relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et la section immergée des bateaux d'une part, la surface et la forme de la section mouillée des canaux d'autre part, soient continuées assez activement dans les différents pays pour

que la Commission d'organisation du prochain Congrès puisse poser utilement la question suivante :

« Déterminer le profil courant d'un canal qui permette à un bateau dont la forme et la section sont données de réaliser une vitesse voulue avec un effort de traction déterminé. »

La 1re Section estime que les expériences dont il s'agit devront porter notamment sur l'excès de résistance qui se produit lors du croisement des bateaux tant en alignement droit qu'au passage des courbes.

3e Proposition. — La 1re Section du VIe Congrès international émet le vœu qu'il soit fait des constatations en vue de déterminer la profondeur en dessous du niveau de l'eau jusqu'à laquelle se fait sentir l'effet des courants et des vagues, lorsqu'un canal de section mouillée donnée est parcouru avec une vitesse donnée par un bateau de section immergée donnée.

La 1re Section estime que les vitesses maxima à imposer par mesure de police aux steamers devraient être proportionnées aux rapports qui existent entre la section immergée de ces navires et le profil mouillé du canal, et qu'il est nécessaire d'effectuer les travaux de consolidation des berges, de telle sorte qu'elles résistent à l'action des vagues soulevées au passage des steamers animés d'une vitesse indispensable à leur gouverne sûre.

CHAPITRE V.

OBSERVATIONS PERSONNELLES DE L'AUTEUR DU COMPTE RENDU.

Les études relatives aux transports par les voies de navigation intérieure, quelque peu délaissées au milieu des préoccupations causées par l'établissement des chemins de fer, ont pris un nouvel essor; l'organisation des congrès internationaux a certainement contribué à les développer et à introduire dans leur examen une méthode qui faisait défaut jusqu'ici.

Comme pour les chemins de fer, on distingue dans l'industrie

des transports par voies navigables les services de la construction de la voie et de son entretien, de l'exploitation technique, du matériel, de la traction, de l'exploitation commerciale, mais chacun d'eux, abandonné à des initiatives différentes, généralement sans lien avec les autres, ne pouvait recevoir des perfectionnements sérieusement étudiés et basés sur des considérations générales. Il ne semble pas qu'il soit possible, ni même désirable, d'arriver dans l'administration des réseaux de voies navigables à une unité analogue à celle qui existe dans les chemins de fer; mais il est permis de dire que les progrès déjà réalisés sont dus, en grande partie, à l'étude comparative des questions ressortissant aux différents services de cette administration.

La tendance qui ressort de l'examen des études présentées dans les six congrès internationaux tenus depuis 1885 est de coordonner les questions, de les relier les unes aux autres, au lieu de les traiter séparément. — Comme pour tous les modes de transports, on se préoccupe d'augmenter la vitesse sur les voies navigables, ce qui nécessite d'étudier les améliorations qu'il faut apporter à la voie et à ses ports, au matériel qui la fréquente, à la traction. Chacune de ces branches peut recevoir séparément des améliorations, mais comme la question économique est finalement celle qui prime toutes les autres dans toute industrie, il est indispensable de connaître l'importance relative de ces améliorations. On conçoit qu'il ne sera jamais possible de condenser dans une formule mathématique les règles à suivre. Dans cette question, comme dans toutes celles qui se rattachent aux grands travaux publics, il faudra toujours tenir compte des circonstances d'espèce et modifier les résultats suivant les situations particulières; mais on aurait déjà réalisé un grand progrès si l'on parvenait à énoncer quelques principes fondamentaux qui pourraient servir de base dans l'étude des cas spéciaux.

La question relative à la traction et à la propulsion a été traitée dans la 2e Section du Congrès, mais la 1re Section a entendu, par

la lecture du rapport de M. l'ingénieur en chef Derôme, l'écho des résultats obtenus dans les expériences entreprises par M. l'ingénieur en chef de Mas sur l'effort de traction à développer pour donner au bateau une vitesse déterminée. Ces résultats ont déjà permis de signaler certaines améliorations à réaliser dans le matériel de la batellerie, pour lui permettre d'augmenter sa vitesse à effort de traction égal.

La construction de la voie faisait l'objet de la première question à examiner au Congrès, mais celle-ci comporte deux parties distinctes : d'une part, la voie doit être en état de supporter les vitesses réalisées par le matériel, et c'est alors que se pose l'étude des défenses de berges; d'autre part elle intervient, par les résistances qu'elle oppose au mouvement, pour une large part dans la détermination de la vitesse et c'est pour cela qu'il faut rechercher le meilleur profil à donner à la section du canal.

Les défenses de berges ont fait l'objet, dans les différents congrès, de descriptions détaillées; mais l'étude des types à adopter pourra certainement être plus approfondie si le vœu émis à ce sujet par la 1re Section, et adopté par le Congrès, reçoit son exécution.

En ce qui concerne le profil courant à donner au canal, la solution du problème posé par la 1re Section fournirait un renseignement très utile.

Un grand pas serait certainement accompli le jour où l'on posséderait une relation, même approximative, entre la section d'un canal, la forme des bateaux, l'effort de traction, la vitesse et les efforts destructifs sur les berges; mais il restera le côté économique à traiter, et il faudra rechercher dans quelle mesure et dans quelle proportion il conviendra d'appliquer les résultats fournis par les expériences pour en tirer le parti le plus avantageux.

Le Congrès a émis le vœu, sur la proposition de sa 3e Section, que le programme des questions économiques se rattachant à la navigation intérieure soit étendu; nous pensons que le complé-

ment nécessaire des recherches proposées par la 1^{re} Section serait une étude sur l'importance, au point de vue économique, d'une augmentation dans la vitesse des transports sur les voies navigables. Quel prix peut-on mettre à l'augmentation de cette vitesse? C'est ce qu'il importe de savoir avant d'entreprendre de coûteux travaux d'amélioration.

D'autre part, la vitesse pourrait dès maintenant être notablement augmentée pour les bateaux dont la propulsion se fait mécaniquement, mais c'est la voie qui, par la faiblesse de ses défenses de rive, ne peut supporter l'augmentation de vitesse. Tout en poursuivant l'amélioration de la voie, ne peut-on se demander s'il ne serait pas possible d'étudier des types de bateaux qui réduiraient, à vitesse égale, les effets destructifs des vagues sur les berges?

Calais, le 18 avril 1895.

A. CHARGUÉRAUD.

2^e *Question.*

OUTILLAGE DES PORTS.

(Compte rendu par M. MONET, ingénieur des ponts et chaussées.)

Le programme suivant, arrêté par la Commission d'organisation, était soumis aux délibération du Congrès :

« Systèmes divers d'outillage des ports. — Avantages et inconvénients de ces systèmes. — Conditions d'exploitation. — Résultats économiques. — Meilleures dispositions des raccordements entre les chemins de fer et les ports de navigation. »

Trois rapports ont été rédigés sur cette question :

L'un, par M. DE JONGH, ingénieur en chef, directeur des travaux de la ville de Rotterdam;

Un autre, par M. Schuurman, ingénieur en chef, directeur des travaux de la ville d'Amsterdam;

Le troisième, par MM. Dardenne et Monet, ingénieurs des ponts et chaussées en France.

I. — Analyse sommaire des rapports présentés au Congrès.

RAPPORT DE M. DE JONGH.

M. de Jongh, dans son rapport, fait une description complète et éminemment instructive du port de Rotterdam.

Un intéressant exposé historique nous montre tout d'abord les Pays-Bas, profitant de leur admirable situation géographique pour prendre, dès le moyen âge, une part active et bientôt prépondérante dans le mouvement commercial des principaux ports de l'Europe occidentale.

Au XVI^e^ siècle, les flottes de la Hollande septentrionale et de la Zélande sont assez puissantes pour permettre à ce petit pays d'engager la lutte contre la puissante Espagne et de revendiquer son indépendance. Grâce au nombre de ses vaisseaux, au courage et à l'activité de ses navigateurs, la Hollande soutient avec succès une guerre longue et pénible, triomphe de tous les obstacles, se relève plus vivante que jamais de tous les revers et va supplanter ses ennemis dans les Indes, où elle fonde un puissant empire colonial qui ne laisse pas d'exciter la jalousie de l'Angleterre.

Rotterdam est un des ports dont le développement rapide et progressif a caractérisé cette évolution.

Simple village de pêcheurs, au début, érigée ville au XIII^e siècle, elle ne compte encore que 16,000 âmes au début du XVI^e siècle et ne possède comme port que le petit bassin qui porte aujourd'hui le nom de *Kolk*.

Moins de cent ans après sont déjà établis tous les vieux bassins actuels de rive droite : Oude Haven, Blaak, Nieuwe Haven, Haringvliet, Wijnhaven, Scheepmakershaven, Leuvehaven, Bœren-

gat et Buizengat; et au XVII^e siècle, le commerce et la navigation des Pays-Bas atteignent leur apogée.

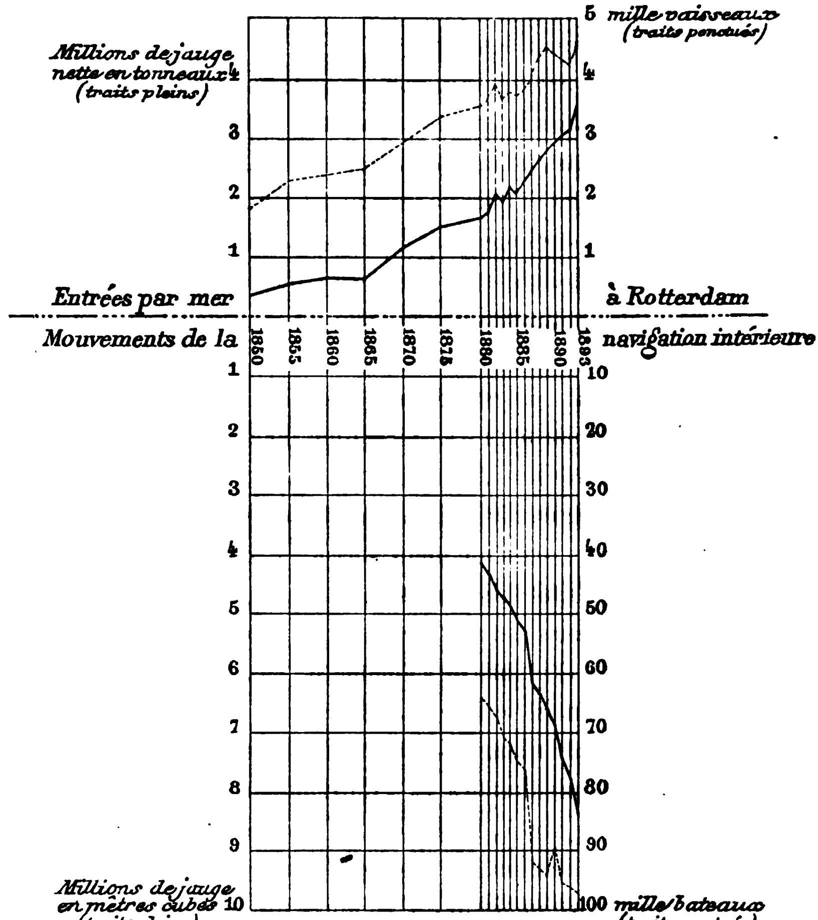
Depuis lors, les ouvrages du port se développent et s'étendent progressivement : dans la première moitié du XVIII^e siècle s'élèvent les chantiers de construction de Zalmhaven et, vers le milieu du siècle actuel, les murs de quai de Boompjes, ceux dits « Oosterkade, Willemskade et Westerkade », les bassins de Veerhaven et Westerhaven. — Le canal de Voorne est ouvert pour permettre l'accès, à Rotterdam, des bâtiments qui ne peuvent plus pénétrer par les bouches ensablées de la Meuse.

Mais la révolution apportée dans le commerce du monde par la navigation à vapeur et la transformation du matériel naval, nécessite bientôt de nouveaux travaux.

Pendant qu'on travaille assidûment, finalement et après quelques tâtonnements, avec un plein succès, à améliorer les voies d'accès à la mer, l'État exécute les installations destinées à relier les bassins aux voies ferrées de l'intérieur, crée le bassin dit « Spoorweghaven » et la gare de Feijenoord. La ville creuse le Konnigshaven et les quais de l'île Noordereiland; enfin l'Association commerciale de Rotterdam passe un traité avec la ville, crée les bassins dits « Binnenhaven » et « Entrepôthaven », complète les quais du Spoorweghaven, multiplie les hangars, les magasins et les engins de manutention, ne négligeant rien de tout ce qu'exige le service d'un port moderne, y compris un bon reliement aux voies ferrées.

Tous ces ouvrages étaient terminés vers 1878.

Le résultat de ces efforts est consigné dans un tableau, transformé ci-après en graphique, et qui montre l'importance du développement du mouvement commercial des ports de Rotterdam, de 1850 à 1893, pour la navigation maritime et, de 1880 à 1893, pour la navigation intérieure.



L'accroissement rapide du trafic a révélé, dès 1880, la nécessité de nouveaux agrandissements, que l'on ne tarde pas à entreprendre, en tenant compte de la nature spéciale de l'activité du port, de l'essor de la navigation à vapeur, du nombre sans cesse croissant des services réguliers de navigation, de la prolongation de ces services sur les fleuves et les canaux, du reliement au réseau des voies ferrées, qui a rapproché consommateurs et producteurs.

La navigation sur le Rhin et la navigation locale intérieure ont

pris, en particulier, une importance extraordinaire, cette dernière amenant à elle seule; deux fois par semaine, 1,500 à 1,600 bateaux sur le marché de Rotterdam.

La navigation intérieure refoule ainsi la navigation maritime jusqu'à la Meuse dont le lit lui-même est bientôt utilisé pour le transbordement des vaisseaux qu'on amarre à des corps morts. Mais ce n'est là qu'une ressource passagère, et l'on ouvre en 1885 les vastes bassins de Rijnhaven et de Katendrecht pour suppléer à l'insuffisance de la Meuse.

En 1882, la ville avait créé, plus avant, le bassin de Dockhaven avec ses trois docks flottants, au delà desquels on trouve encore des bassins, débarcadères et magasins pour le pétrole, dont l'importation a pris un grand développement durant les dix dernières années.

Enfin, en 1892-1893, un autre grand bassin, celui de Nassauhaven, a été ouvert, et tout autour les terrains sont mis en vente à des prix modérés pour y créer des usines et des habitations ouvrières.

M. DE JONGH termine la description des ouvrages du port de Rotterdam en ajoutant que l'établissement de nouveaux bassins est encore à l'étude, et en donnant les tarifs des droits de port, ayant pour base la jauge brute, que perçoit la Ville sur tous les navires qui font usage des bassins, quais, pieux d'amarre ou autres ouvrages établis par elle, ainsi que les tarifs des droits de quais appliqués aux navires et bateaux qui veulent s'assurer des emplacements fixes.

Nous arrivons à l'outillage proprement dit, qui fait l'objet, dans le rapport, de développements très complets. M. DE JONGH s'occupe successivement du logement des marchandises, des appareils de manutention, des formes de radoub et du reliement aux voies ferrées.

A. *Logement des marchandises.* — Des magasins et hangars sont

établis le long des bassins, là où la nécessité s'en fait sentir. La liberté la plus grande est laissée au commerce en ce qui concerne la faculté d'en faire usage; le dépôt des marchandises peut être fait à long ou à court terme, sur quai découvert ou dans les magasins, au gré des négociants.

L'usage des quais à ciel ouvert de l'établissement de commerce donne lieu à la perception d'un droit de 0 fl. 10 par jour et par 25 mètres carrés, payable pour trois jours au moins.

Dans les hangars de la ville, le tarif est de 1 florin par 100 mètres carrés et par jour, et payable pour trois jours au moins.

Des hangars, ou des terrains pour en établir, peuvent d'ailleurs être loués à long terme aux compagnies de navigation et de chemins de fer et aux associations commerciales.

Pour les dépôts de marchandises de longue durée, le commerce a à sa disposition :

1° Deux entrepôts libres, administrés par la ville, où les marchandises sont déposées contre reconnaissances que les propriétaires peuvent vendre ou engager;

2° Des entrepôts libres particuliers, sous la surveillance de la douane, pour les marchandises payant des droits élevés;

3° Des entrepôts fictifs, administrés par des compagnies ou des particuliers, pour marchandises frappées de droits légers et dont la douane se borne à constater l'existence;

4° Des entrepôts particuliers, servant aussi d'entrepôts fictifs et administrés par des compagnies ou «vehmes», pour toutes marchandises non soumises à des droits élevés;

5° De nombreux magasins particuliers pouvant être loués en entier ou par étages.

On trouve ainsi à Rotterdam, pour le logement à long terme des marchandises, pleine liberté et pleine concurrence.

La Ville, qui a fait des sacrifices importants pour la construction et l'agrandissement du port, retire en même temps des

bénéfices non négligeables de la vente ou de la location des terrains.

B. *Appareils de manutention.* — Sur la rive droite de la Meuse, neuf grues mobiles à vapeur de 1,500 kilogrammes, un cabestan à vapeur et une grue à main de 20 tonnes servent au transbordement entre la voie d'eau et le chemin de fer qui exploite ces appareils.

Sur les quais, la manutention se fait surtout avec les propres engins des bateaux. La Ville possède toutefois deux grues de force de 10 et 25 tonnes, qui servent surtout en cas d'insuffisance de ces engins.

L'Association commerciale de Rotterdam a, de son côté, établi au début, sur le Spoorweghaven, une grue fixe à vapeur de 30 tonnes, 21 grues mobiles de 1,500 kilogrammes et une de 2,500 kilogrammes, du système Brown, également à vapeur.

Sur le Binnenhaven, on a adopté les engins hydrauliques et installé successivement, à partir de 1877, une grue fixe de 30 tonnes, deux de 1 tonne et demie, un cabestan de traction de 1,000 kilogrammes, quatre grues de 1 t. 5, quatre treuils et deux cabestans pour le service des entrepôts; enfin, un élévateur dont la puissance, d'abord de 20 tonnes, a été récemment portée à 25, pour le chargement direct, par déversement, des charbons allemands amenés sur wagons. Cet appareil peut décharger jusqu'à 20 wagons en une heure, en les élevant à la hauteur de 9 m. 15. En raison de l'importance croissante de l'exportation des charbons, on construit actuellement un second élévateur, capable d'élever jusqu'à 10 mètres de hauteur un wagon de 25 tonnes.

M. de Jongh donne le détail des prix moyennant lesquels les engins de manutention de toute nature sont mis à la disposition des usagers et résume les résultats de leur exploitation dans des tableaux qui montrent que l'outillage à vapeur donne un rendement de 6.5 p. 100 environ pour le service d'intérêt et d'amortis-

sement, et l'outillage hydraulique un rendement de 2 p. 100 seulement.

L'outillage hydraulique présentant le double inconvénient de nécessiter une station centrale établie en vue de l'emploi maximum des engins, quelle que soit l'irrégularité du travail, et de porter le travail de chaque engin au maximum de force, quel que soit l'effet utile à obtenir, on a songé à utiliser l'électricité pour la transmission à distance de la force motrice destinée à actionner les engins.

Un essai sur une grue de quai a été fait en 1892, et six grues nouvelles vont être fournies par la maison Nagel et Kaemp, de Hambourg.

La station centrale d'électricité que construit la Ville servira d'ailleurs à l'éclairage, en même temps qu'à la manœuvre des engins.

Outre l'outillage dont il vient d'être question, on trouve encore sur les terrains de la gare du chemin de fer de l'État 12 grues de forces diverses, 1 déversoir pour wagons de houille de 15 tonnes et, à l'établissement de constructions maritimes de Feijnoord, une grue à vapeur de 60 tonnes.

Enfin la Ville loue à volonté aux mariniers, d'après un tarif fixé, tout le petit matériel qui peut être utile pour la manutention des cargaisons de toute nature, y compris l'usage des ponts-bascules.

C. *Cales sèches.* — Jusqu'en 1883, quelques compagnies particulières possédaient seules des cales pour la réparation des bateaux.

En 1880, la Ville, en présence de besoins indispensables et en l'absence d'initiative privée, entreprit l'établissement de deux docks flottants de 48 et 90 mètres de long sur 27 m. 40 de large hors d'œuvre, susceptibles d'ailleurs d'être accouplés.

De 1890 à 1893, un nouveau dock de 110 mètres a été ajouté aux premiers.

La longueur des navires peut, sans inconvénient, dépasser de 18 mètres celle des docks employés.

L'usage de ces docks est soumis à un tarif dont M. de Jongh donne le détail, en même temps que les résultats de l'exploitation.

D. *Raccordements avec les voies ferrées.* — L'auteur attache une grande importance à un bon reliement du port et de ses dépendances avec les chemins de fer.

Pour le trafic local, qu'il distingue du trafic de transit, il demande des gares multiples, reliées aux magasins et dépôts, dont le nombre soit réglé suivant l'importance de chaque ville. Il convient aussi de les relier entre elles et de les compléter par une gare centrale de triage.

A Rotterdam, il existe trois gares de commerce local; mais une quatrième sera bientôt nécessaire, en raison du développement que prend la ville et des agrandissements projetés pour le port.

Au trafic de transit, qui comprend lui-même des marchandises en masse et des marchandises en pièces, sont nécessaires des quais vastes et spacieux, avec des voies nombreuses et bien reliées entre elles, de façon à permettre des transbordements rapides, économiques et qui ne se gênent pas mutuellement.

On n'est pas à l'aise, indique entre autres M. de Jongh, le long du Spoorweghaven, où l'on ne dispose que d'une seule voie pour le mouvement des wagons; aussi se préoccupe-t-on fort de la mise en parfait contact avec le chemin de fer des nouveaux quartiers industriels et de leurs bassins.

Il ne suffit pas, du reste, d'avoir de bonnes voies de raccordements, il faut encore que l'exploitation économique en soit assurée par des traités suffisamment longs entre les administrations de chemins de fer et celles des ports.

Et M. de Jongh fait remarquer qu'il y a là une communauté d'intérêts qui doit servir de base au contrat, puis termine son étude

en citant le texte des principales clauses d'un traité de vingt-cinq ans, intervenu en 1889, entre la ville de Rotterdam et la Compagnie des chemins de fer de l'État, traité qui met bien en évidence l'objectif unique et constant des deux parties, de rechercher avant tout l'extension du mouvement comme la meilleure source de profits immédiats.

RAPPORT DE M. SCHUURMAN.

Un exposé sommaire des conditions principales qui déterminent la valeur d'un port précède la description détaillée que fait M. Schuurman de celui d'Amsterdam.

Accès faciles, sûrs et libres, du côté de la mer, bassins tranquilles, communications favorables par eau et par terre avec l'intérieur, telles sont les conditions à réaliser.

Favorisé par sa situation géographique, Amsterdam n'a rien négligé pour maintenir son port à la hauteur des besoins toujours nouveaux de la navigation et conserver son titre de ville de commerce d'entrepôt et de transit. C'est dans ces vues qu'ont été créés le canal de la mer du Nord, qui a remplacé l'accès par le Zuyderzée, devenu insuffisant, l'avant-port d'Ymuiden, le canal du Rhin et de nombreuses lignes de chemins de fer.

Les statistiques donnent la mesure des résultats obtenus. De 1877 à 1892, le nombre des bateaux éclusés à Ymuiden, passe de 3,313 à 8,043, tandis que le tonnage de jauge augmente lui-même de 170 p. 100 et atteint 10,485,138 mètres cubes.

L'achèvement, à Ymuiden, d'une deuxième écluse avec sas de 225 mètres de long et 25 mètres de large permettra bientôt de porter de 7 à 9 mètres le tirant d'eau des vaisseaux qui peuvent entrer par le canal du Nord et sera le point de départ de nouveaux progrès.

La navigation intérieure n'est pas moins importante : les écluses d'Orange, en 1892, ont livré passage à environ 94,000 bateaux, tandis que par le canal Nord-Hollandais, le canal du Rhin,

l'Amstel et les autres canaux, environ 89,000 bateaux sont arrivés à Amsterdam.

A la suite de cet aperçu général, M. Schuurman décrit successivement les différentes installations du port.

A. *Bassins.* — Le port possède les bassins suivants, dans lesquels on peut transborder de navires à bateaux et inversement :

L'Y, protégé par une digue, élevée en 1870, contre le vent du nord, bassin d'une superficie de 13 hectares et d'une profondeur de 8 m. 20, qui peut contenir vingt-quatre grands navires;

Le dock oriental, d'une superficie de 12 hectares et d'une profondeur de 6 m. 50, est relié au premier bassin par des écluses généralement ouvertes, mais sur lesquelles on trouve deux ponts mobiles, dont l'un de chemin de fer que l'on cherche à supprimer. Trente et un navires peuvent y mouiller;

Le dock occidental, dont la superficie est de 10 hectares et la profondeur de 5 m. 50. Il peut contenir quinze vaisseaux et est également accessible par des écluses surmontées de ponts mobiles, également gênants, mais moins que ceux du précédent bassin;

L'avant-port du bassin aux bois, qui a une superficie de 15 hectares et demi, une profondeur de 7 m. 50 à 8 m. 20 et peut recevoir dix-neuf bâtiments de mer.

Dans tous ces bassins, le transbordement des marchandises se fait généralement au moyen d'allèges. Ils sont, du reste, largement reliés aux canaux de l'intérieur et, par suite, à tous les établissements et magasins qui les bordent.

M. Schuurman exprime, en ce qui concerne les bassins, l'opinion suivante :

« L'accès d'un bassin pour vaisseaux de mer doit, autant que possible, se trouver dans la direction du chenal et ne pas être obstrué par des écluses ou des ponts.

«Il faut que les vaisseaux de navigation intérieure puissent venir en contact avec les bâtiments de mer. Il faut donc qu'il y ait pour les vaisseaux de rivière et de navigation intérieure un canal sûr, d'environ trois mètres de profondeur, par lequel ils puissent atteindre le bassin.

«Il faut que, dans le canal, il y ait une eau tranquille, de sorte que, même par un temps venteux, le chargement et le déchargement des vaisseaux de mer puissent être continués sans interruption.»

B. *Quais.* — Le principal quai du port, le quai du Commerce, a une longueur d'environ 2 kilomètres et une largeur de 60 mètres. Au côté Nord du quai peuvent aborder les bateaux de mer avec un tirant d'eau de 7 m. 50. Du côté Sud, il dessert un bassin spécial, accessible aux bateaux de la navigation intérieure.

Cinq et six voies ferrées, dont deux voies disposées de chaque côté des hangars, parcourent le quai et le relient au réseau des chemins de fer.

Tous les services généraux du port sont réunis dans un bâtiment élevé à son extrémité. — Son outillage hydraulique comprend : 1 grue fixe de 30 tonnes, 27 grues mobiles de 1 t. 1/2 à 6 tonnes, 8 élévateurs mobiles de 1 tonne pour le service des bâtiments, 6 cabestans de 1,000 kilogrammes.

L'usine à vapeur qui fabrique l'eau comprimée est organisée pour assurer le fonctionnement des appareils pendant les grands froids.

A côté de cet outillage, on trouve encore sur le port une puissante grue à vapeur de 80 tonnes et 1 élévateur pour le chargement des charbons, établi par la Société des chemins de fer hollandais qui exploite les voies du port.

M. Schuurman donne le détail des tarifs modérés qui sont perçus pour l'usage de tous ces engins et un aperçu des résultats de leur

exploitation qui montre que le produit des taxes n'en couvre pas tout à fait les frais.

Le quai est loué, en partie, à des compagnies maritimes ou de chemins de fer, notamment aux compagnies qui font le service régulier des ports de l'Angleterre, de l'Afrique méridionale et des Indes néerlandaises; les magasins et hangars sont construits, en partie par ces compagnies, en partie par la Ville, qui les loue et les exploite.

Tous ces quais sont éclairés au gaz et la Commune fournit, moyennant payement, l'eau comprimée pour la manœuvre des appareils dans les magasins.

De nouveaux quais sont en projets dans l'Y, parallèlement aux quais du Commerce, auxquels ils seront reliés par des ponts.

Les quais du bassin du chemin de fer, exploités par les sociétés des chemins de fer hollandais et des chemins de fer de l'État, au réseau desquels ils sont raccordés, ont une longueur d'environ 1 k. 5. La profondeur du bassin est d'environ 7 mètres. L'outillage, consistant en grues à vapeur et hangars, est la propriété des chemins de fer.

Les quais du bassin Nieuwe-Vaart sont exploités en partie par les sociétés de chemins de fer, et en partie par la Société royale néerlandaise de navigation à vapeur. Ces quais sont parfaitement reliés aux réseaux ferrés, et desservis par un puissant outillage d'appareils hydrauliques et à vapeur.

La description de ces différents quais amène l'auteur à formuler, en passant, les conclusions suivantes :

« Un quai destiné au mouillage et au déchargement des grands bâtiments de mer de notre époque doit :

« Avoir une largeur d'environ 60 mètres, quand les navires ne doivent mouiller que d'un côté et, d'au moins 100 mètres, quand ils peuvent mouiller des deux côtés;

« Être relié au réseau des chemins de fer;

« Être accessible aux bateaux de navigation intérieure ;

« Pour un quai qui est destiné à mettre les bateaux de rivière en contact avec le chemin de fer, une largeur de 20 mètres est suffisante. »

A côté des quais, le port d'Amsterdam possède de nombreux appontements offrant des avantages pour les navires de grands mouillages :

Grands appontements, dits *de Suez,* au nombre de 2, accessibles aux plus grands navires en même temps qu'aux bateaux de la navigation intérieure et reliés au chemin de fer;

Appontements pour le bétail, avec plans inclinés mobiles pour le débarquement et importantes écuries dans le voisinage;

Appontements au quai de Ruyter, au nombre de 17, destinés aux vapeurs, à la navigation intérieure et à quelques services réguliers, sans outillage et non reliés au chemin de fer;

Appontements et quais divers, dans les canaux intérieurs de la ville, servant principalement au trafic du marché local.

M. Schuurman est d'avis, à propos des appontements, qu'ils doivent être reliés d'une manière convenable aux chemins de fer et accessibles aux bateaux de navigation intérieure.

L'importation des bois, à Amsterdam, est considérable et croît rapidement. Elle a passé de 176,000 mètres cubes, en 1890, à 226,887 mètres cubes, en 1892. Aussi a-t-on créé, pour ce trafic, un bassin spécial d'une surface d'eau de 73 hectares, entouré de 53 hectares de terrain. Ce bassin comprend un port spécial pour bois flottés et des bassins accessibles aux vaisseaux de mer; enfin, des petits ports pourvus de hangars susceptibles d'être loués aux négociants en bois sciés. Il n'y a pas d'outillage spécial de manutention sur les terre-pleins, mais des magasins importants pour le commerce de transit.

Le bassin au pétrole, dont le commerce est également important à Amsterdam, est isolé de tout le reste du port. D'une surface d'eau de 15 hectares et demi avec 12 hectares de terrain, il a la

forme d'un fer à cheval aux deux extrémités fermées par des poutres flottantes en fer.

L'exploitation de ce port est concédée par la commune à une société, moyennant loyer et partage des bénéfices au delà d'un certain revenu.

Le dock de l'entrepôt, dont parle ensuite M. Schuurman, est un bassin entouré de vastes magasins, situé en arrière du Nieuwe Vaart. Difficilement accessible et ne répondant plus aux exigences modernes, il est considéré comme destiné à être abandonné et remplacé par d'autres installations.

Enfin, une compagnie particulière exploite deux grands docks flottants entourés de vastes ateliers dans lesquels on a radoubé, depuis quinze ans, 2,730 vaisseaux d'une jauge totale de 3,122,235 tonnes.

Le rapport de M. Schuurman se termine par l'énumération des droits de port que payent tant les bateaux de mer que les bateaux de navigation intérieure qui circulent dans les eaux de la commune.

Ces droits, perçus d'après la jauge brute, sont augmentés d'un tiers pour les bateaux des entreprises de transports publics, à l'exception de ceux qui entretiennent une communication régulière avec le Rhin, lesquels jouissent, au contraire, de quelques privilèges spéciaux.

RAPPORT DE MM. DARDENNE ET MONET.

MM. Dardenne et Monet s'occupent principalement de la question de l'outillage des ports proprement dits de navigation intérieure, qu'ils distinguent des ports mixtes, c'est-à-dire des ports à la fois maritimes et de navigation intérieure et des grands ports fluviaux, dont ils font une catégorie à part.

Le rapport est divisé en trois chapitres :

Le premier est consacré à des considérations d'ensemble sur la

question. Le deuxième contient la description et l'étude de l'outillage des principaux ports charbonniers du réseau des canaux français et de quelques grands ports industriels importants. Le troisième est consacré à la monographie de l'outillage de l'ensemble des ports de toute une voie navigable, le canal de la Marne au Rhin.

Le tout est suivi des conclusions que croient pouvoir formuler les auteurs comme conséquences de leur étude.

Chapitre Ier. — *Considération d'ensemble.* — L'outillage d'un port peut avoir deux caractères distincts, suivant qu'il est public, c'est-à-dire affecté par destination à l'usage de tous, ou privé, c'est-à-dire utilisé pour le service d'un établissement particulier. Cet outillage comprend tous les services ou engins utiles à l'exploitation, notamment les voies ferrées, les abris et magasins, les engins de manutention.

Les ports, de leur côté, se divisent eux-mêmes en ports privés et en ports publics.

Les ports privés, créés par les particuliers pour leurs besoins propres, sont caractérisés par la solidarité qui doit exister entre les manutentions et les mouvements des matières dans l'intérieur même des établissements industriels ou commerciaux.

L'outillage doit être choisi, dans chaque cas, en vue de l'économie des manutentions et de la suppression des dépôts et reprises intermédiaires. Il doit toujours être spécialement approprié à la nature même des matières à embarquer ou à débarquer. En définitive, sur les ports particuliers, les conditions d'espèce prédominent et ne permettent guère de formuler des règles générales; on ne peut que montrer comment ont été résolus les problèmes qui se posent dans un certain nombre de cas remarquables, d'où l'objet du chapitre II du Rapport.

Les ports publics devant, en principe, rester affectés à l'usage de tous, leur outillage doit également être public, soit par son

origine même, soit par suite des conditions imposées aux exploitants. Il n'est cependant pas contraire à l'intérêt général de concéder des outillages privés sur les ports publics lorsque la place le permet, mais on doit alors réserver l'avenir en n'accordant les concessions qu'à titre révocable.

En France, l'outillage des ports publics est fort peu développé : les voies ferrées de raccordement sont peu nombreuses et surtout peu utilisées, en raison de l'hostilité des compagnies de chemins de fer; les abris et magasins, les engins de manutentions sont rares; dans quelques grands centres seulement on trouve des docks et entrepôts privés à proximité des voies navigables.

Ne tomberait-on pas dans une erreur, si l'on concluait brutalement de cette situation qu'il faut établir partout l'outillage qui manque sur les ports publics? C'est ce que recherchent les auteurs du rapport.

Ils constatent, à ce sujet, que le trafic qui n'est pas absorbé par les ports privés se répartit très irrégulièrement sur les ports publics locaux, et ils sont ainsi conduits à classer ces derniers en trois catégories : les ports secondaires de petite importance, les ports de grands centres et les ports de transbordement.

Le trafic des ports secondaires est généralement très faible et n'intéresse qu'un nombre restreint d'exploitants.

On ne peut, sur ces ports, demander l'intervention des pouvoirs publics pour créer un outillage coûteux qui risque de peu servir ou même de devenir inutile d'un moment à l'autre.

L'iniative privée peut seule, dans ce cas, donner des garanties contre les erreurs d'interprétation ou les abus et doit rester le régulateur naturel des dépenses à engager. Les pouvoirs publics doivent se borner à la seconder.

Dès qu'un port acquiert ou est susceptible d'acquérir une certaine importance, la situation change. Pour que sa prospérité soit assurée, il est utile qu'on y trouve des outils variés, appropriés au chargement et au déchargement des marchandises diverses, des

abris, des magasins, des entrepôts. Il est désirable également que le port et les magasins soient raccordés avec les voies ferrées; enfin il est indispensable que les usagers connaissent exactement et d'avance les taxes qu'ils auront à payer pour les différents services qui leur seront rendus. Dans l'organisation de l'outillage d'un port de ce genre tout est solidaire; l'initiative privée peut être impuissante à réaliser l'homogénéité voulue pour le bon fonctionnement des services, et l'intervention des pouvoirs publics (communes, Chambres de commerce ou de navigation) est désirable.

Une place à part doit, d'ailleurs, être faite, dans l'outillage, aux engins de force destinés à la manutention des pièces lourdes. Les ports où un trafic de ce genre est à prévoir devraient être pourvus du matériel nécessaire par l'initiative des pouvoirs publics.

Quant aux ports de transbordement, leur utilité n'est plus à démontrer et toutes les considérations relatives à l'outillage des ports en général leur sont applicables, sans qu'il y ait lieu d'insister.

Chapitre II. — *Outillage des ports houillers et de divers ports industriels.* — Les houillères du Nord de la France et du Pas-de-Calais, exploitées par de nombreuses compagnies, expédient annuellement par eau 4 millions et demi de tonnes, qui représentent presque le tiers de leur production totale. Chaque Compagnie possède son port particulier ou «rivage» qui comprend, en général, une gare d'eau en communication avec la rivière ou le canal; quelques ports, cependant, sont installés sur les rives des voies navigables; ce sont les rivages de Harnes (Compagnie de Courrières), de Dorignies (Compagnie de l'Escarpelle), de Gayani (mines d'Aniche).

Les principales gares sont celles d'Eleu (Compagnie de Liévin), de la Compagnie de Bruges sur la Haute-Deûle, de Beuvry (Compagnie des Mines de Nœux), de Vendin (Mines de Lens), de Vio-

laines (Mines de Béthune), de Béthune (Mines de Bruay), d'Annezin (Mines de Marles), de Meurchin et d'Isbergues (Mines de Meurchin), du bras usinier de Denain (Mines d'Anzin).

Toutes ces gares sont reliées aux exploitations minières par des voies ferrées, qui permettent soit le changement direct en bateau, soit le dépôt préalable sur le terre-plein.

Les manœuvres et le triage des wagons à l'arrivée sont assurés par des procédés divers. La gravité, sur quelques rivages, la traction par câbles sur d'autres, sont utilisées pour faciliter ces opérations.

En ce qui concerne les engins de manutention, les grandes exploitations houillères ont cherché à embarquer rapidement de grandes quantités de charbons, en réduisant au minimum la main-d'œuvre et, d'autre part, en brisant le moins possible la marchandise.

Il en résulte que les engins mécaniques sont plus spécialement consacrés à l'embarquement des fines et tout venants, tandis que les gailleteries et gros charbons sont souvent embarqués à l'aide de brouettes ou de paniers.

Les grues sont aujourd'hui peu utilisées; on en trouve cependant, sur quelques rivages, d'assez puissantes pour charger un bateau de 300 tonnes en dix heures.

La majeure partie des embarquements est faite à l'aide de glissières ou trémies plus ou moins perfectionnées, dans lesquelles on jette les charbons soit à la pelle, soit en y déversant les wagonnets ou les wagons.

Les trémies sont installées tantôt sur un quai haut et prolongées par des glissières mobiles, tantôt sur un quai bas.

Quant au déversement des wagons, il est obtenu tantôt au moyen de plates-formes basculantes, tantôt par le basculement de la caisse du wagon.

Au rivage de Vendin on trouve 47 trémies qui permettent le déchargement simultané de tout un train; mais, partout ailleurs,

le nombre des trémies est limité et des dispositions ingénieuses et variées sont adoptées pour le déplacement des bateaux et celui des wagons.

Chaque système d'outillage a ses avantages et ses inconvénients respectifs : les trémies fixes sur quais hauts, avec glissières mobiles, semblent surtout recommandables. Quant aux divers systèmes de bascules, ils ont chacun leurs partisans.

Cette partie du Rapport se termine par un tableau donnant la capacité de chacune des installations étudiées et la durée du chargement d'un bateau, quelques prix de première installation, divers renseignements sur le personnel employé à la manutention, et le coût de la tonne embarquée, qui varie de 0 fr. 0552 à 0 fr. 1249, suivant les évaluations des différentes compagnies, réalisant, dans tous les cas, une économie considérable sur les prix de revient antérieurs à l'aménagement des installations perfectionnées.

Le port de Montceau-les-Mines, dont la description vient ensuite, fait contraste avec les précédents par l'absence à peu près complète d'outillage mécanique, ce qui s'explique peut-être par la nature friable des charbons qui y sont manutentionnés.

Enfin les ports industriels de la Compagnie des forges de Champagne, à Marnaval, sur le canal de la Haute-Marne, des Hauts Fournaux et Minières de Neuves-Maisons, sur le canal de l'Est, de la papeterie d'Essonne, à Bas-Vignons, sur la Seine, et de la soudière de Chauny, sur l'Oise, offrent des exemples intéressants d'installations appropriées à des besoins variés et où l'outillage grue domine.

Au port de Pont-Varin, près Saint-Dizier, appartenant à la même société que le port de Marnaval, et à Neuves-Maisons sont aussi cités des culbuteurs pour minerai qui donnent de bons résultats.

Chapitre III. — *Outillage des ports du canal de la Marne au*

Rhin. — Un tableau général donne le détail du trafic de tous les ports, soit publics, soit privés, de cette voie navigable, avec des notices et renseignements sur chacun d'eux.

Le total des embarquements et des débarquements pour une longueur de canal de 210 kilomètres atteint 1,765,261 tonnes, dont 767,702 embarquées et 997,559 débarquées. Sur ce trafic total, 1,114,620 tonnes sont manutentionnées sur les ports privés, et le trafic des ports publics, qui serait par suite de 650,641 tonnes seulement, est réparti comme suit :

370,818 tonnes sont fournies par un nombre limité de 43 gros transporteurs, ayant sur les ports des intérêts spéciaux et connus; 73,828 tonnes sont transbordées sur trois ports de raccordement; 205,995 tonnes seulement représentent le trafic réellement public des ports, c'est-à-dire le trafic réparti entre une généralité d'intéressés divers et indéterminés; elles sont manutentionnées sur 60 ports différents. — Le port principal de Nancy, ville de 90,000 habitants, absorbe à lui seul 35,778 tonnes; 14 ports, représentant ensemble 49,071 tonnes, ont un tonnage compris entre 15,000 et 10,000 tonnes; 7 ports, représentant 48,466 tonnes, ont un tonnage compris entre 10,000 et 5,000 tonnes; enfin 48 ports, représentant 72,680 tonnes, ont un tonnage de moins de 5,000 tonnes (1,514 tonnes en moyenne chacun).

Le tonnage approximatif des marchandises manutentionnées avec des engins mécaniques est de 500,650 tonnes. Cet outillage est presque entièrement concentré sur quelques ports privés industriels, établissements métallurgiques, salines et soudières de Meurthe-et-Moselle, surtout la soudière de Dombasle, dont le port dessert un trafic de 463,670 tonnes manutentionnées en partie par 10 grues hydrauliques de 1,200 kilogrammes, montées sur estacades.

Le surplus des manutentions est fait à bras, à la brouette ou au panier, à des prix variables suivant la nature des marchandises,

moins économiquement, mais surtout plus longuement et moins commodément qu'avec les engins mécaniques.

CONCLUSIONS. — MM. DARDENNE et MONET concluent à compléter les résolutions votées sur la question des ports au Vᵉ Congrès, et de rédiger comme suit les articles 2 et 3 concernant l'outillage.

ART. 2 (*Texte du Vᵉ Congrès*).

« Pour développer la navigation intérieure et assurer à celle-ci son plein rendement économique, on a besoin d'un outillage mécanique étendu et perfectionné, de terre-pleins assez vastes, ainsi que de magasins et de hangars avec une installation conforme aux exigences modernes. »

Additions proposées.

« Dans chaque port, le développement à donner à l'outillage doit, bien entendu, demeurer subordonné à l'importance et aux besoins réels du port.

« Pour les ports importants, qui sont appelés à recevoir un outillage complet (voies ferrées, hangars, magasins, entrepôts, engins de manutention), cet outillage doit être établi conformément à un programme d'ensemble, qui assure une parfaite cohésion des divers éléments constitutifs de l'installation.

« L'outillage de la voie navigable elle-même comporte, pour le chargement et le déchargement des marchandises et colis de dimensions ou de poids exceptionnels, l'installation d'engins spéciaux partout où lesdits engins peuvent rendre des services. »

ART. 3. (*Texte du Vᵉ Congrès*).

« L'usage des ports publics doit être subordonné à des règlements ne contenant que des prescriptions propres à sauvegarder la sécurité et l'ordre, sans restreindre la liberté de la circulation

au profit de personnes isolées. Cette règle ne devrait comporter d'exceptions que dans le cas où des particuliers fourniraient la totalité ou une partie notable des ressources nécessaires à l'installation et à l'entretien de ces ports. »

Additions proposées.

« Les outillages privés peuvent être autorisés sur les ports publics, pourvu que leur installation ne soit pas contraire à l'intérêt général.

« Pour assurer le développement de l'outillage sur les ports publics, il convient de favoriser et d'encourager le plus possible l'initiative privée.

« Dans les ports de faible importance, il importe d'éviter toutes installations et toutes dépenses incomplètement justifiées. L'initiative privée paraît particulièrement apte, dans ces conditions, à donner des résultats économiques satisfaisants. Il convient, toutefois, de lui venir en aide en simplifiant notamment, dans la mesure du possible, les formalités nécessaires pour l'installation et l'exploitation des engins.

« Pour l'outillage des ports importants, ainsi que pour l'installation des engins spéciaux destinés à la manutention des marchandises de poids exceptionnel, les pouvoirs publics peuvent utilement intervenir, à défaut de l'initiative privée, soit directement, soit par l'intermédiaire de personnes morales agissant par délégation. Les concessions relatives à ces outillages doivent émaner du pouvoir central.

« Toute concesssion d'outillage public comporte fixation de tarifs maxima, moyennant lesquels cet outillage sera mis à la disposition du public, sans préférence ni faveur.

« Il importe d'ailleurs d'affirmer le caractère précaire et révocable des permissions en vertu desquelles lesdits outillages peuvent être établis. »

II. — Discussion et observations du rapporteur.

En séances de Section, MM. de Jongh et Schuurman ont donné un aperçu de leurs rapports respectifs sur les ports de Rotterdam et d'Amsterdam, en signalant les points essentiels de leur installation, et ces explications ont contribué à rendre d'autant plus intéressantes et fructueuses les visites faites les jours suivants par les membres du Congrès.

M. de Jongh n'a pas cru devoir formuler de conclusions générales, l'installation et l'outillage des ports dépendant, selon lui, d'éléments essentiellement variables avec leur situation et leur activité commerciales.

M. Schuurman, de son côté, revenant sur quelques points développés en leur lieu et place dans son étude, a proposé tout d'abord les conclusions suivantes :

« L'accès d'un bassin pour navires maritimes doit être dans la direction du chenal et ne pas être obstrué par des écluses et des ponts. Les bateaux de la navigation intérieure doivent pouvoir se mettre en contact avec les bateaux maritimes mouillés dans le bassin. Il faut que dans le bassin il y ait une eau tranquille, de sorte que, même par les mauvais temps, le transbordement des marchandises puisse être continué sans interruption.

« Le quai et les appontements, pour les navires maritimes, doivent être reliés au réseau des chemins de fer et être accessibles aux bateaux de la navigation intérieure.

« Il est désirable que les quais et les appontements pour les bateaux de la navigation intérieure, dont les transports ont quelque importance, soient reliés au réseau du chemin de fer.

« Le transbordement des marchandises doit pouvoir s'effectuer avec des engins installés sur les quais et les appontements. »

M. le baron Quinette de Rochemont, inspecteur général des ponts et chaussées en France, a formulé de légères réserves au

sujet de quelques-uns des principes posés par M. Schuurman dans ses conclusions, ou invoqués dans son rapport.

L'existence ou la non-existence de droits et impôts, par exemple, ne dépend pas des ingénieurs, et tient le plus souvent à des considérations qui n'ont rien de technique.

Les conditions d'accès des bassins sont souvent commandées par des circonstances locales dont on ne saurait s'affranchir dans tous les cas ou sans de grandes dépenses. Même au point de vue technique, les chenaux curvilignes ont leurs partisans, eu égard à leurs effets protecteurs contre la houle.

Dans un même ordre d'idées, s'il est toujours préférable de se passer d'écluses, quand on le peut, on est bien souvent obligé de les utiliser, par exemple lorsque l'amplitude des marées est considérable.

L'importance d'un port, du reste, ne dépend pas seulement, d'après M. Quinette de Rochemont, de la non-existence de droits et impôts, de la suppression de toute perte de temps, et enfin de la tranquillité des bassins : elle dépend aussi, dans des proportions notables, d'autres circonstances, notamment de l'existence d'un marché et de besoins commerciaux, conditions indispensables pour assurer ou développer les importations et surtout les exportations, qui ne sont possibles que s'il existe dans le rayon d'action du port des produits à exporter.

Le contact lui-même entre les vaisseaux et les bateaux de rivière, qui est toujours désirable et que la situation géographique des ports hollandais permet d'obtenir tout naturellement, n'est pas toujours facilement réalisable.

En ce qui concerne la largeur des terre-pleins, elle est déterminée dans chaque cas par des conditions locales, et doit varier suivant les pratiques douanières, la nature des marchandises à manutentionner, les habitudes des commerçants et autres usagers. Aussi M. Quinette de Rochemont pense-t-il que les largeurs de terre-pleins recommandées par M. Schuurman ne

sont pas justifiées d'une manière générale et sont parfois trop faibles.

La largeur de 20 mètres pour les quais qu reçoivent des marchandises provenant de bateaux de la navigation intérieure, et destinées à être transbordées directement, lui paraît toutefois admissible.

Enfin, il n'est pas possible partout, comme à Amsterdam et à Rotterdam, de disséminer des appontements et quais à l'intérieur des villes : on se trouve là en présence de conditions spéciales qu'on ne saurait généraliser.

M. Quinette de Rochemont, en résumé, est d'avis que les principes posés par M. Schuurman sont théoriquement vrais, mais que, pour les appliquer partout, on rencontrerait de très grandes difficultés : ils semblent alors trop absolus.

A la suite de ces observations, auxquelles il se rallie, M. Schuurman répond qu'il a peut-être oublié que le mieux est l'ennemi du bien, mais qu'en posant des principes généraux il a seulement voulu montrer qu'il fallait arriver aussi près que possible du bien. Il ne demande donc point que ses conclusions fassent l'objet d'une résolution du Congrès.

M. Nyssens-Hart, ingénieur des ponts et chaussées, chef du Cabinet du Ministre des travaux publics en Belgique, déclare alors qu'il avait l'intention de formuler des réserves analogues à celles développées par M. Quinette de Rochemont, mais qu'en présence de la réponse faite par M. Schuurman, il ne croit pas devoir insister.

La Section restait en présence des conclusions proposées par MM. Dardenne et Monet. Après quelques observations présentées par ce dernier à l'appui de la note relative à l'outillage des ports de navigation intérieure de la France, à laquelle elles font suite, ces conclusions sont adoptées sans discussion.

En séance plénière, après un exposé de M. Dardenne, rapporteur de la 1re Section sur la question de l'outillage des ports, ces

mêmes conclusions ont été adoptées et transformées en résolutions, sans discussion également.

Observations. — L'enseignement à tirer des mémoires et discussions auxquels a donné lieu la deuxième question soumise à l'examen du Congrès nous paraît avoir été indiqué fort justement par M. le Président de la 1re Section, quand il nous a dit :

« Les dispositions locales des ports dépendent de tant de circonstances, tellement variées et tellement multiples, qu'il est à peu près impossible de généraliser les résultats obtenus dans un port quelconque. »

Au Ve Congrès, la question des ports, envisagée d'une façon générale, avait motivé des résolutions dont deux paragraphes avaient particulièrement trait à l'outillage. Le caractère tout à fait général de ces deux paragraphes avait peut-être l'inconvénient de donner prise à des critiques analogues à celles formulées par M. Quinette de Rochemont au sujet des conclusions de M. Schuurman. Les additions votées par le VIe Congrès, en les complétant par quelques points de détails, en atténuant ce qu'elles pouvaient avoir d'un peu absolu à certains points de vue, en auront rendu l'application plus facile sans porter atteinte, d'ailleurs, à aucun des principes fondamentaux précédemment affirmés.

L'attention du Ve Congrès avait été appelée sur l'insuffisance notoire de l'outillage d'un grand nombre de ports de navigation intérieure, d'où, une fois démontrés les résultats toujours avantageux d'un bon outillage, la résolution formulée dans le 5e paragraphe de l'article 2 des conclusions de 1892. Mais l'abus n'était-il pas à craindre et n'aurait-il pas entraîné, par une déduction trop logique, à établir partout des installations coûteuses et à engager ainsi des capitaux hors de proportion avec les besoins et les résultats à obtenir? Une atténuation, à ce point de vue, n'était pas inutile et il était bon de rappeler que le développement à donner à l'outillage doit demeurer subordonné à l'importance et aux be-

soins réels du port.

Un point restait d'ailleurs dans l'ombre à la suite du Vᵉ Congrès. Par qui devaient être installés les outillages?

L'ensemble des rapports produits au VIᵉ Congrès sur la question de l'outillage nous paraît éminemment instructif à ce sujet, et tous les faits relatés justifient parfaitement le principe mis en lumière dans les résolutions additionnelles adoptées et qui est le suivant :

Il faut avant tout laisser agir l'initiative privée, l'encourager et ne pas l'entraver. Les pouvoirs publics peuvent et doivent intervenir lorsque l'initiative privée est impuissante en face de besoins dûment démontrés.

L'article 3 des résolutions de 1892 n'ouvrait pas suffisamment la porte, dans cet ordre d'idées, aux nombreuses combinaisons susceptibles de développer l'outillage sur les ports publics : il était bon d'y ajouter que les outillages privés peuvent être autorisés sur les ports publics lorsque leur installation n'est pas contraire à l'intérêt général.

L'historique et la description particulièrement remarquable du port de Rotterdam, par M. de Jongh, confirment pour ainsi dire à chaque page l'importance de cette résolution, car, si nous voyons, d'une part, la ville pourvoir d'engins un certain nombre de ses bassins, prendre en mains la création de cales de radoub indispensables, au moment où l'initiative privée hésite et recule, nous trouvons, en même temps, toute une partie du port, et non la moins importante, outillée et exploitée, sous le contrôle des pouvoirs publics, par l'Association commerciale de Rotterdam; d'autres, outillées par les Compagnies de chemins de fer et, enfin, nous rencontrons la Ville elle-même créant des bassins entourés de vastes terre-pleins, destinés à être loués à tous intéressés qui voudront les utiliser suivant leur convenance.

Ce système, essentiellement libéral, a eu pour résultat un développement rapide et considérable du mouvement du port, de sorte que l'exemple est bon à méditer.

Nous croyons devoir ajouter qu'un des éléments essentiels du succès obtenu à Rotterdam nous paraît résider dans l'immense développement qu'on n'a pas hésité à donner, non pas à l'outillage proprement dit, mais à l'infrastructure même du port, de sorte qu'en dernière analyse les conclusions votées par le Congrès se trouvent avoir été interprétées ici de la façon suivante :

Disposer, à côté d'un outillage convenable et suffisant pour les besoins généraux du trafic, de terre-pleins assez étendus pour pouvoir en concéder à qui en voudra et favoriser ainsi le développement de l'outillage privé sans nuire à l'intérêt général.

C'est l'application la plus large qu'on puisse désirer du principe énoncé.

S'il est difficile d'englober dans des formules générales les règles qui doivent présider à l'installation d'un port et à l'organisation de son outillage, on saurait encore moins soumettre à des règles fixes le choix des engins de manutention.

Aucun des auteurs des rapports soumis au Congrès n'a essayé de le faire et cela tient évidemment à ce que cette question ne saurait comporter que des solutions d'espèce.

La description des différents systèmes d'outillages adoptés dans les différents cas qui peuvent se présenter n'en est pas moins du plus haut intérêt, car c'est de la comparaison de ces systèmes entre eux, des avantages et des inconvénients signalés par ceux qui les ont employés que peuvent surgir les idées nouvelles et les progrès ultérieurs.

Nous terminons, à ce sujet, par une allusion à la critique, réservée d'ailleurs, que fait M. de Jongh dans son rapport, des engins mus par l'eau comprimée. Malgré les inconvénients et les sujétions mécaniques que présentent ces engins, on a été cependant conduit, dans bien des installations importantes, à leur donner la préférence, ce qui tient surtout aux facilités de transmission à distance de la force qui les actionne. Mais l'électricité paraît devoir résoudre bientôt et avantageusement le problème; elle a fait son

apparition sur le port de Rotterdam pour la mise en mouvement des grues et il est à espérer que de nouvelles et intéressantes communications pourront être faites aux membres du prochain Congrès, relativement aux engins électriques, à l'emploi desquels l'avenir paraît si largement ouvert.

Nancy, le 10 juin 1895.

A. MONET.

3e *Question.*

MOYENS DE PRÉVENTION DES CHÔMAGES PAR LA GELÉE.

(Compte rendu par M. Caméré, ingénieur en chef des ponts et chaussées.)

Préambule.

Lors du Ve Congrès international de navigation intérieure tenu à Paris, en 1892, les inconvénients des chômages qu'entraînent les glaces pour la navigation ont fait l'objet d'une longue discussion au sein de la 2e Section, laquelle émit le vœu suivant, ratifié en assemblée plénière :

« Que la question de l'atténuation des chômages imposés à la navigation par suite des glaces fût mise à l'étude et portée devant le prochain Congrès. »

Vu l'importance que les *moyens de prévention des chômages par la gelée* présentent pour la Hollande, le Comité d'organisation du VIe Congrès de navigation à tenir à la Haye, au courant de 1894, en fit l'objet d'une question spéciale, en motivant comme suit son opportunité :

On a, pendant longtemps, considéré les chômages de la navigation causés par la gelée comme appartenant à cet ordre de

phénomènes naturels devant lesquels on n'a qu'à s'incliner. Depuis quelques années, cependant, on fait partout des efforts sérieux et coûteux, surtout sur les canaux maritimes, dans les embouchures des fleuves et dans les ports, pour prévenir ces chômages ou du moins pour en réduire la durée.

« Il est donc important de connaître les résultats de ces efforts et les moyens employés pour les obtenir, et l'on propose de les étudier d'après le programme suivant :

« Divers systèmes et procédés pour briser et évacuer les glaces. — « Bateaux brise-glace. — Matières explosives, etc. — Résultats « réalisés. — Prix de construction du matériel nécessaire. — Dé« pense d'exploitation. »

Huit rapports traitant de ces diverses questions ont été soumis à la discussion du Congrès; et les faits, exemples et renseignements très nombreux et très intéressants qu'ils renfermaient, après avoir servi de base à une discussion approfondie dans la 2ᵉ Section, ont conduit cette dernière à voter des conclusions qui seront reproduites plus loin.

Ces rapports ayant, pour la plupart, traité la 3ᵉ question, soit à des points de vue multiples, soit à des points de vue tout à fait spéciaux, il nous a été par là même impossible d'établir, entre eux, un groupement pour en rendre compte, et nous avons été conduit à analyser chacun d'eux isolément et en suivant l'ordre d'après lequel ils sont indiqués au programme du Congrès.

Analyse sommaire des rapports présentés au Congrès.

M. Narten (G.), Königl. Wasser-Bauinspector à Harburg sur l'Elbe, expose, dans son rapport, que le cassage des glaces se poursuit à l'aide de bateaux à vapeur brise-glace, depuis 1874, sur l'Elbe inférieure, pour les besoins de la navigation maritime, par les soins du gouvernement de la ville de Hambourg, et depuis l'hiver 1887-1888, sur l'Elbe supérieure, par l'administration

prussienne, dans le but de prévenir le retour des dommages considérables subis pendant cet hiver par les digues et les districts bas riverains, et de répondre également aux besoins de la navigation.

Comme bateau brise-glace, on eut d'abord recours à de simples remorqueurs loués pour la circonstance; mais, en présence de leur faible effet utile et des avaries nombreuses auxquelles ils étaient sujets (coque, hélice, arbre de transmission, machine, etc.), on a été amené à construire des bateaux spéciaux très robustes, sur lesquels M. Narten fournit des renseignements nombreux et précis, et qu'il désigne sous le nom de *bateaux pousseurs* et de *bateaux échoueurs.*

Les *bateaux pousseurs* ou béliers sont destinés à attaquer les glaces de front par choc, notamment les embâcles, et possèdent un avant tranchant afin d'assurer son entrée dans les glaces.

L'expérience a montré que, pour la facilité et la sûreté des manœuvres, il était préférable de ne pas les munir d'éperons.

Dans la glace franche mélangée de bousin, ces bateaux, avec un élan de 100 à 200 mètres, y pénètrent de une demie à une fois leur longueur. Ils s'en dégagent en reculant, pour se porter de nouveau en avant, mais il arrive quelquefois qu'ils ne peuvent le faire par leurs seuls moyens.

D'une manière générale, il y a lieu d'estimer qu'ils manœuvrent bien au milieu des glaces.

Les *bateaux échoueurs* sont destinés à agir sur les glaces, non seulement par le choc, mais surtout par leur poids. Leur coque possède, en conséquence, un avant relevé leur permettant, dans leur élan, de s'avancer en glissant sur la couche de glace à disloquer, et de provoquer son effondrement par leur poids — opération que facilite le remplissage et la vidange de compartiments à eau disposés à l'avant et à l'arrière —; après quoi, ils battent en retraite pour recommencer la même manœuvre.

Avec un élan de 100 à 200 mètres et si l'épaisseur de la glace est suffisante, ils peuvent s'avancer à sa surface de une fois et demie leur longueur.

Il arrive quelquefois que ces brise-glace restent échoués et ne peuvent reculer seuls; aussi est-il bon, pour assurer leur équilibre dans cette situation critique, que leur carène soit plate et que leur avant ait une certaine largeur.

Ce genre de brise-glace manœuvre moins bien, au milieu des glaces, que les bateaux-béliers, surtout pour la marche en avant en ligne droite.

Depuis l'hiver de 1892-1893, l'administration de Hambourg possède, pour le déglaçage de ce port, de l'Elbe inférieure et de l'Elbe septentrionale, 7 bateaux brise-glace-béliers : 3 petits et 4 grands.

Les principales données concernant ces brise-glace sont les suivantes, en ne s'arrêtant qu'à celles correspondant aux prix extrêmes.

NATURE des BRISE-GLACE.	LONGUEUR à la flottaison.	LARGEUR au maître couple.	TIRANT d'eau maximum.	VITESSE moyenne en nœuds en courant libre.	FORCE en chevaux-vapeur.	FRAIS de construction en francs.	NATURE des bateaux.
	m. c.	m. c.	m. c.				
Petits brise-glace...	16 00	5 20	2 10	10 00	330	81,250	Hélice.
	24 38	6 40	2 50	10 50	290	133,125	*Idem.*
Grands brise-glace..	28 33	7 10	3 70	9 50	350	260,000	*Idem.*
	42 67	11 00	5 75	11 75	1,200	606,250	*Idem.*

Durant cet hiver fort long et malgré les basses eaux, l'administration de Hambourg a pu, avec ce matériel d'une valeur de 1,955,000 francs, assurer le maintien de la navigation dans ses ports et sur l'Elbe inférieure, moyennant une dépense de 52,625 francs.

Pendant ce même hiver (1892-1893), le Gouvernement prussien mit en service, pour tenir l'Elbe libre entre Harbourg et Altona, et en amont de la première de ces villes :

2 chaloupes-béliers pour le cassage des glaces dans les ports et

pour les services accessoires; 1 bateau-bélier et 6 bateaux échoueurs pour le cours de l'Elbe; soit en tout 9 brise-glace.

Les principales données concernant ces bateaux figurent au tableau ci-dessous, en ne considérant toujours que ceux correspondant aux prix extrêmes :

NATURE des BRISE-GLACE.	LONGUEUR à la flottaison.	LARGEUR au maître couple.	TIRANT d'eau maximum.	VITESSE moyenne en nœuds en courant libre.	FORCE en chevaux-vapeur.	FRAIS de construction en francs.
	m. c.	m. c.	m. c.			
Chaloupes béliers ...	15 00	3 60	1 35	8 60	60	25,000
Bateaux béliers......	23 00	5 00	1 80	9 00	160	55,000
Bateaux échoueurs...	22 00	5 00	1 82	9 60	110	52,500
	28 00	6 00	2 10	10 00	280	90,000

Ce matériel, d'une valeur de 541,875 francs, a suffi pour déglacer l'Elbe supérieure en amont d'Altona, sur 189 kilomètres, avant le commencement de la débâcle, moyennant une dépense de 76,687 fr. 50; ce qui fit gagner 3 à 4 semaines à la navigation, sauvegarda les berges et évita ainsi des dommages sérieux.

Au point de vue de l'emploi de ces brise-glace, les règles auxquelles on est arrivé peuvent être résumées comme suit :

Sur l'Elbe inférieure où la marée se fait sentir, il est indispensable d'avoir recours aux bateaux brise-glace, dès que les navires de commerce ne peuvent plus s'ouvrir eux-mêmes un passage, ou que ce passage devient difficile.

Ces engins doivent opérer contre le courant de jusant, de façon que les glaces brisées puissent être entraînées par lui, et en prenant soin de maintenir, en aval du point où ils travaillent, la rivière libre jusqu'à la mer.

Dans l'Elbe supérieure, on n'attaque le cassage des glaces, en ayant le soin de commencer par l'aval où la marée se fait encore sentir, que lorsqu'un prochain dégel est probable, afin de ne pas

encombrer l'Elbe inférieure, sauf lorsqu'il est urgent d'agir pour sauvegarder les digues.

Lorsque la largeur le permet, on emploie jusqu'à cinq brise-glace opérant de front, de manière à ouvrir un chenal de 200 mètres de largeur, la destruction des glaces de rives étant obtenue par le passage en vitesse des brise-glace.

Deux brise-glace sont, en outre, occupés en aval à assurer l'écoulement des glaces, et parcourent, dans ce but, la rivière du matin au soir.

Dans la partie de l'Elbe supérieure, soumise encore à l'action de la marée, la vitesse du cassage des glaces doit être proportionnée à la quantité pouvant être entraînée par le jusant.

Il convient d'ajouter que l'expérience a fait ressortir que le travail de nuit des brise-glace, même en ayant recours à l'éclairage électrique fourni par des bateaux distincts de ceux en opération, — ce qui est indispensable pour obtenir un bon éclairage, — n'est pas pratique.

Des opérations poursuivies sur l'Elbe, il résulte que le seul procédé à recommander pour obtenir un chenal navigable en temps de gelée, est l'emploi de bateaux à vapeur brise-glace, avec lesquels il n'est même pas utile d'avoir recours à des travaux de mines ou de sciage pour disloquer les glaces en avant, attendu que leur rapidité de progression n'est pas suffisante pour répondre à la vitesse d'avancement des brise-glace.

Ces derniers procédés sont, du reste, très coûteux, très lents et sans résultat permanent si l'on n'agit pas en même temps avec des brise-glace, ainsi qu'il résulte, d'une part, des déglaçages faits sur l'Elbe par les troupes au moyen d'explosifs (poudre et dynamite), et, d'autre part, de l'exécution à l'aide du sciage, pendant l'hiver de 1890-1891, d'un chenal de 6 kilomètres de longueur, sur l'Elbe supérieure, entre Elbstorf et Geesthacht, avec une largeur de 1 m. 20, dans une couche de glace de 0 m. 75 d'épaisseur.

M. Narten termine son rapport par des indications très complètes sur les dispositions à adopter pour les bateaux brise-glace[1].

M. Caméré, ingénieur en chef des ponts et chaussées, rend compte, dans son rapport, des travaux de déglaçage qui ont été exécutés sur la basse Seine entre Paris et Rouen pendant l'hiver 1890-1891.

Ces travaux n'avaient pas pour but de maintenir un chenal navigable, ce qui eût été sans objet, les barrages mobiles qui assurent le mouillage de la Seine étant ouverts pendant les gelées pour éviter qu'ils ne soient endommagés par les glaces, mais ils furent poursuivis afin :

1° D'avancer de quelques jours la reprise de la navigation et de raccourcir un chômage qui n'a pas duré moins de 43 jours;

2° D'assurer la conservation des ouvrages d'art établis sur la rivière, tels que barrages, écluses, ponts, etc.;

3° Enfin, de sauvegarder le matériel de la batellerie et les établissements flottants, dont la valeur est importante, surtout aux abords de Paris.

Les moyens employés ont varié suivant les points d'opération, et le rapport passe en revue ceux présentant les particularités les plus saillantes.

Un embâcle de 600 mètres de longueur sur 110 mètres de largeur menaçait le pont du chemin de fer de l'Ouest à Asnières, et

[1] Les conclusions déposées par M. Narten, en cours de discussion, sont les suivantes :

Le déglaçage sur les fleuves navigables ne peut avoir d'effet utile, d'après les expériences faites par lui sur l'Elbe, qu'aux conditions suivantes :

1° Il faut un nombre suffisant de bateaux brise-glace;

2° On ne doit pas briser la glace dans une seule journée sur plus de 3 à 4 kilomètres de longueur, sans cela le courant ne peut enlever les glaces; et il se forme es embâcles;

3° Il y a lieu de maintenir, en aval, au moins un brise-glace, dont le rôle est d'évacuer les glaces provenant des brise-glace supérieurs.

une banquise occupait, en amont, le bras de rive droite de la Seine sur près de 5 kilomètres.

L'embâcle, dont l'épaisseur atteignait jusqu'à 2 m. 50, a été découpé par des explosions simultanées de chapelets de cartouches à la mélinite munies de détonateurs et reliées par du cordeau détonant également à la mélinite, et déposés à la surface de la glace avec bourrage superficiel, suivant des lignes principales dirigées parallèlement au fil de l'eau et des lignes secondaires perpendiculaires aux premières. Le feu était mis à ces chapelets au moyen de mèches Bickford. Quant à l'écoulement des glaces provenant de cette opération, il était assuré par des bateaux brise-glace qui maintenaient le chenal libre vers l'aval, en rompant les plus gros glaçons et en les empêchant de s'arrêter en route pour reformer un nouvel embâcle.

L'un de ces bateaux était un bachot normand en bois, convenablement blindé, halé par quatre chevaux, auquel douze hommes imprimaient un fort mouvement de roulis; et le deuxième un petit bateau à vapeur de 80 chevaux de force, muni à l'avant d'une armature métallique pour en protéger la coque.

En ce qui concerne la banquise qui occupait le bras de Puteaux et dont l'épaisseur était de 0 m. 20 à 0 m. 30, sans compter les glaçons accumulés au-dessous, on commença par ouvrir un chenal, suivant l'axe de ce bras, au moyen de chapelets de cartouches de mélinite disposés comme pour l'embâcle du pont d'Asnières, en achevant la destruction des glaces et en assurant leur écoulement par le passage, dans le chenal ainsi ouvert, des deux bateaux ci-dessus désignés.

L'ensemble de ces opérations fut interrompu par le dégel. Elles eurent un plein succès et durèrent environ une semaine en entraînant une dépense de 15,000 francs.

Le bras de Marly, d'une longueur totale de 11 kilomètres, et dans lequel se trouvent placés, à 8 kilomètres en aval de son embouchure, les écluses de Bougival et le barrage de Marly à seuil surélevé arrê-

tant tout courant, était entièrement pris par une couche de glace franche d'une épaisseur moyenne de 0 m. 25.

La débâcle subite d'une pareille masse de glace pouvant être désastreuse pour les ouvrages de navigation et les nombreux bateaux garés aux écluses, on résolut d'en atténuer les effets, dans les limites du possible, par l'ouverture préalable d'un chenal d'écoulement, en commençant par l'aval. Ce résultat fut obtenu au moyen d'explosifs employés par des soldats du génie, qui exécutaient d'abord un chenal de 3 à 5 mètres de large, que des mariniers dégageaient et élargissaient ensuite à l'aide de barques animées, par leur équipage, d'un mouvement de roulis, de gaffes et, au besoin, de la hache.

On commença, au début des opérations, par déterminer la fracture simultanée des glaces suivant les limites du chenal préparatoire à ouvrir, au moyen de cartouches de mélinite munies de détonateurs en proportion convenable, réunies par du cordeau détonant et fixées à des tringles en bois posées à la surface même de la glace — plus tard dans des rainures faites à la hache — avec bourrage superficiel au moyen de terre sablonneuse ou de débris de glace. Le feu était mis à ces chapelets, qui atteignaient jusqu'à 50 mètres de longueur, au moyen de mèches Bickford.

Cette méthode, qui offrait l'avantage d'une marche très rapide et de l'ouverture immédiate du chenal, ayant l'inconvénient de produire de violentes détonations brisant les vitres des maisons voisines, fut abandonnée, et l'on eut recours à l'emploi de charges comprenant 4 cartouches ou 5 pétards de mélinite auxquels le feu était transmis par des mèches Bickford, et qui étaient descendus sous la couche de glace, à travers des forages espacés d'environ 5 mètres. Les résultats obtenus ainsi furent très satisfaisants, mais à la condition de pratiquer à la hache des rainures dans la glace, suivant les bords du chenal à ouvrir.

Dans ces dernières opérations, on eut également recours, pour constituer les charges des fourneaux de mine, à des cartouches de

dynamite ou de poudre Favier, laquelle, moins coûteuse que la mélinite, donne d'excellents résultats, et ne présente pas les mêmes dangers que la dynamite, en temps de froid.

On est arrivé, par ces procédés, à ouvrir par jour un chenal de 800 à 900 mètres de longueur avec un personnel militaire de 20 hommes et le concours de 30 à 35 ouvriers civils.

En amont du barrage de Bougival, et pour ne pas risquer de produire des avaries à cet ouvrage et aux écluses situées à proximité, enfin aux bateaux garés dans le voisinage, on pratiqua l'ouverture du chenal en sciant la glace au moyen de scies à pierre manœuvrées à la main.

Ce procédé permit d'ouvrir un chenal de 4 mètres de largeur et de 760 mètres de longueur en une journée et demie, à l'aide de 20 ouvriers civils, moyennant une dépense par mètre courant, tout compris, de 0 fr. 65.

Ce prix est notablement inférieur à celui auquel est revenu le mètre courant du chenal ouvert dans le bras de Marly à l'aide d'explosifs, lequel s'est élevé à 1 fr. 60 en nombre rond.

On est arrivé également, par l'emploi simultané de bateaux montés par des hommes leur imprimant un mouvememt de roulis prononcé, de tranchées faites à la hache et de fourneaux de mines chargés de mélinite ou de poudre Favier, à provoquer la dislocation et l'écoulement d'un embâcle de 2 kilomètres de longueur avec épaisseur de glaçons soudés atteignant jusqu'à 3 mètres, formé en amont du barrage éclusé de Méricourt-Sandrancourt et qui présentait d'autant plus de danger pour les écluses, que la Seine était complètement prise sur près de 8 kilomètres environ en amont.

En fait, moyennant une dépense de 1,500 francs, ces opérations assurèrent l'écoulement, sans avaries aux ouvrages, d'une couche de glace de 240,000 mètres carrés.

Les procédés pour maintenir un chenal libre dans la dérivation située en amont des écluses d'Amfreville-sous-les-Monts (longueur 1,900 mètres, largeur 50 mètres), dont la congélation pouvait

retarder la reprise de la navigation de 10 à 15 jours, furent basés sur l'emploi, au début, de bateaux montés par des hommes armés de crocs et de haches, et d'un bateau brise-glace en bois, armé de fortes ferrures, traîné par des chevaux circulant sur le chemin de halage. Ce bateau agissait sur la glace, suivant les circonstances, soit par son poids en s'engageant sur elle, soit par les ondes qu'il provoquait par les mouvements de roulis qui lui étaient imprimés. Puis, lorsque ces moyens devinrent insuffisants, on employa des chapelets composés, à la fois, de cartouches de mélinite et de dynamite reliées par du cordeau détonant et fixées sur des tringles de bois alignées à la surface de la glace dans le sens du chenal à ouvrir. Ces chapelets avaient une longueur de 35 mètres environ, et l'explosion simultanée des cartouches était provoquée au moyen d'une mèche Bickford et de détonateurs convenablement répartis.

La couche supérieure des glaces de la dérivation en question variait entre 0 m. 35 et 0 m. 50, mais l'épaisseur totale des glaçons superposés atteignait, en certains points, jusqu'à 1 m. 50.

Les glaçons provenant des opérations de cassage étaient évacués par les écluses.

En opérant comme il vient d'être indiqué, il fut possible d'ouvrir et de maintenir, dans cette dérivation, un chenal de 1,900 mètres de longueur sur 20 mètres de largeur, moyennant une dépense par mètre de 0 fr. 40.

Dans le bief de Rouen, qui s'étend en amont de cette ville jusqu'aux ouvrages de la retenue de Saint-Aubin-Martot (longueur, 25 kilomètres) et qui est soumis au jeu de la marée, on se servit, pour assurer la destruction et l'écoulement des embâcles qui menaçaient les ponts de la ligne du chemin de fer du Havre, de bateaux à vapeur armés à l'avant, pour les protéger, de boucliers en tôle d'acier appuyés sur des matelas en bois suspendus à leur étrave, au niveau de la flottaison.

Ces vapeurs agissaient sur la glace tant par leur choc que par

les ondes qu'ils produisaient dans la rivière, notamment en se lançant au droit du banc de glace et en battant en retraite avant de le toucher. De plus, ils parcouraient chaque jour le chenal ouvert pour briser la glace qui se reformait (épaisseur 0 m. 02). Malgré leur masque de protection, ils subirent des avaries.

L'expérience a montré que le cassage des glaces par les vapeurs ne donnait de bons résultats que s'il était poursuivi par l'aval et pendant le jusant, afin d'assurer l'évacuation des glaçons par le courant, mais beaucoup d'entre eux étaient ramenés par le flot et tendaient à former de nouveaux embâcles.

L'avancement journalier dans les glaces, dont l'épaisseur atteignait 0 m. 55 dans la couche franche, variait entre 250 et 500 mètres par jour avec un seul vapeur.

Si ces opérations donnèrent des résultats satisfaisants au point de vue de la préservation des ouvrages d'art et de la facilité de l'écoulement des glaces au moment de la débâcle, elles ne permirent pas cependant de maintenir un chenal constamment libre dans le bief de Rouen.

Pendant cet hiver de 1890-1891, le port maritime de Rouen ne fut embâclé sur aucun point; mais il n'en fut pas de même du port fluvial et des bassins au bois et au pétrole, qui furent pris en totalité.

Pour faire disparaître ces glaces qui pouvaient, au moment de la débâcle, être dangereuses pour les ponts de Rouen et pour la nombreuse batellerie réunie dans le port, on a eu recours à des remorqueurs pourvus de masques. Ce fut également à l'aide de remorqueurs que l'on fit partir à la dérive les glaces des bassins, préalablement découpées à la pioche.

Quant à la partie maritime de la Seine en aval de Rouen, il ne s'y produisit qu'un embâcle à Caumont, causé vraisemblablement par la trop grande activité développée en amont dans les opérations de déglaçage, qui durent à cette occasion être momentanément suspendues.

Cet embâcle, qui n'empêchait pas le passage des navires de mer, fut détruit au moyen des bateaux à vapeur l'attaquant par l'aval pendant le jusant[1].

M. Rigaux, ingénieur en chef du canal de l'Est, a passé en revue dans son rapport les diverses méthodes usitées en France pour combattre les chômages sur les voies navigables en temps de gelée.

En ce qui concerne les canaux et rivières canalisées, il indique les divers moyens considérés comme propres, dans de certaines limites, à retarder la prise de ces voies ou à en accélérer le déglaçage, et énumérés ci-après :

1° Introduction, dans les biefs, d'eau de rivière d'une température plus élevée, laquelle n'est efficace que pour des froids modérés.

[1] Les conclusions du rapport de M. Caméré sont les suivantes :

« Il résulte des différents exemples que nous venons de donner d'opérations de déglaçages exécutés sur la basse Seine, pendant l'hiver rigoureux de 1890-1891, que l'ouverture d'un chenal peut être exécutée dans des couches de glace de 0 m. 50 d'épaisseur et dans des embâcles ou banquises atteignant 3 mètres d'épaisseur, en ayant recours soit à des bateaux brise-glace, soit à des explosifs, soit au sciage, soit à l'emploi simultané de ces divers procédés; mais que le dégagement du chenal ne saurait être assuré d'une manière efficace et sans avoir à y revenir constamment que si ces opérations sont faites au moment où, la température tendant à se relever, le dégel est proche.

« Quant aux dépenses à prévoir pour des opérations de cette nature, comme elles sont extrêmement variables, suivant les circonstances locales, elles ne sauraient être précisées; mais il semble, autant que l'on peut en juger pour les quelques expériences citées, que les procédés basés sur l'emploi de moyens mécaniques, tels que les bateaux brise-glace et notamment la scie, peuvent conduire à des résultats plus économiques et aussi rapides, avec une organisation convenable, que ceux basés sur l'emploi des explosifs.

« Ces derniers ont toutefois leur utilité indiquée lorsqu'il s'agit de disloquer rapidement des couches épaisses de glaçons plus ou moins soudés, formant banquises ou embâcles et menaçant des ouvrages d'art, mais à la condition d'employer simultanément des bateaux et des équipes d'ouvriers pour assurer le morcellement et l'écoulement des glaçons produits par les explosions. »

2° Production, dans les biefs, de dénivellations accentuées capables de briser des glaces atteignant 0 m. 20 à 0 m. 25 d'épaisseur, comme l'on en a eu la preuve sur le canal de Neuffossé, au moment d'une crue subite; mais cette opération offre des dangers pour les berges, les digues et la batellerie.

3° Emploi de brise-glace tirés par des chevaux et constitués au moyen de bateaux appartenant au service, tels que margotats, toues, etc., convenablement armés pour résister au choc et au frottement des glaces; ces bateaux agissent, soit en provoquant des fissures dans les glaces par leur choc ou les mouvements de roulis qui leur sont imprimés par l'équipage, soit en déterminant, par l'engagement de leur avant au-dessus de la couche de glace, l'effondrement de cette dernière par leur propre poids, augmenté, s'il y a lieu, de celui de l'équipage réuni sur l'avant au moment propice.

On peut évaluer de 150 à 750 francs par bateau la dépense que nécessite leur armement, et de 0 m. 15 à 0 m. 20 l'épaisseur de la glace sur laquelle ils peuvent opérer utilement.

4° Emploi de brise-glace à traction de chevaux, construits spécialement pour cet usage, et dont un type est décrit dans le *Traité de navigation intérieure* de M. l'inspecteur général Guillemain.

Ce brise-glace est constitué par un bateau en bois avec armature en fer d'une largeur de 2 m. 60 à l'avant, et se terminant en pointe à l'arrière pour faciliter son recul dans les glaces; son avant est relevé afin de lui permettre de s'engager sur la couche à disloquer; enfin son poids est de 4 à 5 tonnes, non compris un lest de 2,200 kilogrammes placé à l'arrière pour soulever l'avant.

Son prix de 2,000 francs, comparé à celui de 500 francs en moyenne que nécessite l'armement d'un bateau de service et sa spécialisation, constituent toutefois contre lui une infériorité vis-à-vis de ce dernier, avec lequel on peut opérer un travail équivalent, ce qui ne justifie son emploi que dans des cas spéciaux.

Si les brise-glace à traction de chevaux peuvent être utilement employés sur les canaux et les rivières étroites, il n'en est plus de

même pour les rivières larges et sinueuses, pour lesquelles les brise-glace à vapeur s'imposent.

Les prix de revient des déglaçages au moyen de brise-glace à traction de chevaux sont forcément très variables, car ils dépendent d'une foule de circonstances, telles que nature de l'engin, épaisseur et dureté de la glace, etc. Pour des épaisseurs de glace de 0 m. 05 à 0 m. 30, on peut indiquer les prix moyens de 0 fr. 001 et de 0 fr. 006 par mètre carré.

5° Emploi d'explosifs tels que la mélinite et la dynamite.

Ce mode de déglaçage, en raison des avaries que les cartouches placées sous la glace peuvent provoquer dans le plafond et les digues des canaux, des dépenses élevées qu'il entraîne, n'y est appliqué qu'exceptionnellement; même pour des glaces très épaisses (0 m. 50), il est plus pratique d'avoir recours au sciage.

Sur les rivières, les explosifs ne sont en général employés que pour détruire les embâcles menaçants pour les ouvrages d'art et les propriétés riveraines.

Comme exemple des résultats obtenus avec leur aide, M. Rigaux cite la destruction d'un embâcle sur la Meurthe, en aval de Nancy, s'étendant sur 30,000 mètres carrés avec une épaisseur moyenne de 0 m. 30.

La dépense, tout compris, s'est élevée à 0 fr. 012 par mètre carré et 0 fr. 040 par mètre cube.

6° Emploi de la hache et de la scie (égohine), procédé qui s'impose pour le cassage des glaces dans le voisinage de bateaux en stationnement et d'ouvrages d'art qui pourraient subir des avaries du fait des mouvements violents imprimés aux eaux par les brise-glace ou les explosifs, et lorsque l'épaisseur des glaces est trop grande pour permettre l'utilisation des brise-glace à traction de chevaux[1].

[1] Les conclusions du rapport de M. Rigaux, au point de vue des opérations du déglaçage des canaux et rivières, sont les suivantes :

«Le déglaçage, opéré dans le but spécial de restreindre la durée des chômages par

En ce qui concerne les canaux maritimes et les ports maritimes des fleuves, M. Rigaux cite dans son rapport les moyens qui ont été employés en France, sur divers points, pendant les derniers hivers rigoureux.

Sur le canal maritime de la Basse-Loire on est parvenu, pendant l'hiver de 1892-1893, à maintenir la navigation avec des froids qui ont atteint — 13°, au moyen de remorqueurs parcourant le canal dès le commencement de la gelée, de jour et de nuit. Lorsque le froid devint plus intense, on leur adjoignit un appareil constitué par deux chalands à soupape en fer, dont les avants accouplés en flèche étaient protégés par une tôle d'acier et dont les arrières occupaient une largeur de 18 mètres.

Cet engin, tiré par des remorqueurs, entraînait les glaces brisées par ces derniers, mais sans les rejeter sur les rives.

Ces opérations, qui durèrent 24 jours et s'étendirent sur 15 kilo-

la gelée, ne se pratique guère que sur les canaux et sur quelques rivières qui peuvent leur être assimilées.

« Les courants et les variations de niveau ne sont que des moyens insuffisants; ils sont néanmoins utiles en leur temps et favorisent d'ailleurs l'emploi des brise-glace. Les brise-glace fournissent le procédé réellement efficace de déglaçage et peuvent briser une épaisseur allant jusqu'à 0 m. 30. Il suffit, dans la plupart des cas, de bateaux de service spécialement armés à cet effet, mais susceptibles néanmoins de servir encore aux transports.

« Le déglaçage, dont la nécessité ne fait nul doute sur les voies importantes et qui doit alors incomber au service, semble devoir s'étendre aux voies secondaires dès qu'un intérêt collectif, même momentané, le réclame, à la condition, dans ce cas, que les mariniers offrent gratuitement leur concours en hommes et en chevaux : dans ces conditions, en effet, les dépenses de premier établissement étant pour leur part très peu élevées, celles d'exploitation sont à peu près nulles; mais il faut avoir soin de proportionner les moyens et, par suite, la dépense d'appropriation au but à atteindre.

« Les explosifs constituent un procédé peu pratique de déglaçage sur les canaux; il faut les réserver à la dislocation des embâcles épais et dangereux pour la sécurité des localités et des ouvrages.

« La hache et l'égohine ne peuvent avoir qu'un usage très restreint; ces instruments peuvent cependant remplacer souvent la dynamite pour les épaisseurs exceptionnelles sur les canaux.

mètres de canal, ne s'élevèrent qu'à 3,806 fr. 40 représentant une dépense de 11 francs par kilomètre et par jour, et permirent à 48 navires jaugeant 15,057 tonneaux de remonter à Nantes.

Pendant l'hiver de 1893-1894, les remorqueurs utilisés pour le déglaçage sur le canal de la Basse-Loire reçurent tous une ceinture en tôle descendant au-dessous de la flottaison, et ne subirent, grâce à cette protection, que des avaries insignifiantes.

Sur la Loire maritime, le port de Nantes, au cours de l'hiver de 1890-1891, resta bloqué du 15 décembre au 22 janvier, et les moyens employés pour son déglaçage consistèrent dans l'emploi d'explosifs pour les glaces épaisses, et, pour les autres, de toues et d'un remorqueur protégé par un bouclier en bois avec armature en fer.

Pendant l'hiver 1892-1893, pour maintenir la liberté d'accès de ce port, on employa d'abord deux remorqueurs pour empêcher les glaçons arrêtés pendant l'étale de se souder dans le port et dans l'étranglement que forme la Loire à son entrée; mais un embâcle de 3,000 mètres de longueur s'étant formé en aval du port, on eut recours à un remorqueur de 60 chevaux de force qui, en attaquant cet embâcle par l'aval, y ouvrit un chenal de 50 mètres de largeur en 4 jours, en travaillant jour et nuit. Ces vapeurs eurent raison également des embâcles qui se formèrent ultérieurement, et le port ne resta bloqué que du 2 janvier au 8 inclusivement.

Pendant l'hiver de 1890-1891, la navigation fluviale fut arrêtée par les glaces durant 6 jours sur la Garonne maritime, mais les navires de mer n'en éprouvèrent qu'une faible gêne.

Un embâcle de 600 mètres de longueur et de 80 mètres de largeur, présentant des épaisseurs dépassant 1 m. 50 et dangereux pour les navires en stationnement, fut détruit en 3 heures au moyen d'un remorqueur armé d'un éperon de rupture et de protection.

L'attaque de l'embâcle eut lieu au moment du flot et en amont

du port de Bordeaux, afin d'utiliser les piles du pont pour briser les glaces lors du jusant.

En opérant durant l'étale pour éviter le choc des glaces flottantes, le remorqueur fut bloqué et ne put être dégagé qu'avec peine[1].

En ce qui concerne les ports maritimes français, M. Rigaux signale que les glaces n'y apportent que peu de gêne et que les remorqueurs y attachés suffisent pour briser les glaces en choisissant le moment de la marée descendante.

Quant aux déglaçages des canaux reliant les ports au réseau intérieur, on y a employé des brise-glace, et l'on a utilisé avec succès le surélévement du niveau des biefs (de 0 m. 50 à 0 m. 60) par l'introduction d'eau salée, combinée avec l'évacuation des glaces au moment de la marée descendante.

M. Dibos, inspecteur technique de la compagnie d'assurances maritimes et fluviales *La Foncière transport*, examine, dans son rapport, les moyens les plus efficaces pour frayer aux navires et bateaux des chenaux au milieu des glaces et leur ménager des bassins d'évolution, ainsi que ceux ayant pour but de débarrasser les estuaires maritimes et les embouchures des fleuves et des ports y situés, des obstacles dangereux que l'on y rencontre du fait des charriages des glaces ainsi que des embâcles.

Au début de son rapport, M. Dibos indique les lois qui président, dans les rivières et les ports de mer, à la formation des glaces, au charriage, à la prise, enfin aux embâcles et débâcles.

[1] Les conclusions de M. Rigaux, relativement au déglaçage des canaux maritimes et des parties maritimes de fleuve, sont les suivantes :

Il paraît indispensable d'opérer dans des conditions telles que le courant entraîne les fragments de glace au fur et à mesure qu'ils sont détachés et qu'il fasse circuler les glaçons au milieu desquels se meut le bateau, si le déglaçage se fait dans un fleuve qui charrie. Il vaut donc mieux, de toute manière, ne pas opérer par étale, à moins d'y être obligé et quand la banquise barre le bras en entier, il est nécessaire alors de déglacer par l'aval avec le jusant.

Il signale, comme moyens de retarder la prise des rivières canalisées, les mouvements d'eau produits par des manœuvres de barrages, sans grand avantage du reste pour la navigation, de fait arrêtée, ainsi que le déversement d'huile de pétrole, d'un emploi en réalité dangereux; et, comme moyen de retarder la prise des ports, les courants des bassins de chasse et les mouvements du flux et du reflux, lesquels ne sont pas, en général, assez énergiques.

Pour maintenir les navires et bateaux libres en eau dormante, en vue d'éviter leur déformation et des avaries dans leurs œuvres vives, M. Dibos indique comme suffisants, tant que la glace ne dépasse pas 0 m. 10 à 0 m. 15 d'épaisseur, l'emploi de la hache de charpentier, de la cognée, de la scie de maçon, de pinces, de barres à mine, de perches, etc., en ayant soin de poursuivre le travail, même de nuit, de façon à ne pas laisser aux glaçons le temps de se souder.

Pour des glaces de plus de 0 m. 20 d'épaisseur, lesquelles sont dangereuses, surtout pour les coques des navires en fer, il convient d'isoler ces derniers à leur pourtour sur 0 m. 30 de largeur en employant la scie, et de maintenir cette rigole en état, en ayant recours, au besoin, à des jets de vapeur le long de la coque pour combattre la gelée.

Dans les eaux courantes, on peut employer le même outillage et les mêmes procédés pour dégager les bateaux pris dans les glaces, tant qu'elles n'atteignent pas une épaisseur de 0 m. 12 à 0 m. 15.

Quant à l'ouverture d'un chenal dans les glaces, on peut y parvenir, soit par le sciage, soit à l'aide de chapelets de cartouches disposés en fer à cheval, soit enfin en employant des bateaux brise-glace constitués par des bateaux à fond plat solidement construits et avec doublage de bois et de tôle (5 millimètres à 7 millimètres) montés par des hommes leur imprimant des mouvements de tangage et de roulis, et lancés contre ou sur la glace avec vitesse.

C'est en employant ces procédés que l'on a pu, pendant l'hiver 1892-1893, ouvrir un chenal de 14 mètres de largeur sur 502 mètres de longueur, en vingt heures, dans une couche de glace épaisse de 0 m. 13 à 0 m. 15, et arrêtant une banquise de 5 mètres d'épaisseur. La dépense ne s'éleva qu'à 450 francs, et l'opération permit de préserver trois bateaux renfermant 780 tonnes de marchandises d'une valeur de 600,000 francs.

Lorsque le temps manque pour agir ainsi, M. Dibos indique, comme procédé pouvant sauvegarder contre les effets des débâcles les navires en stationnement, la construction, en amont de ces derniers, d'un écran incliné vers le chenal, formant un angle de 20 degrés avec la rive, et constitué au moyen de madriers servant de glissières appuyés sur des pieux battus en rivière. Ce procédé a permis, pendant le même hiver de 1892-1893, de protéger contre la débâcle de glaçons de 0 m. 20 à 0 m. 25, six bateaux portant 1,400 tonnes de marchandises valant 1,100,000 fr. et cela moyennant un travail ayant duré un jour et une nuit et une dépense de 788 francs.

Enfin, en cas d'extrême urgence, M. Dibos cite encore, comme moyen de protéger les bateaux contre les glaces, l'établissement d'une ceinture disposée autour des bateaux, et composée de madriers jointifs verticaux ou d'un éperon flottant en bois établi en forme de V en amont des bateaux et rejetant les glaces latéralement.

Lorsque les glaces ont des épaisseurs atteignant 0 m. 75 à 1 mètre, il est indispensable, pour les attaquer fructueusement, d'avoir recours à des bateaux à vapeur construits exprès pour cet usage.

Ces bateaux doivent être en métal, posséder à l'avant et à l'arrière des compartiments pouvant être remplis et vidés par des moyens rapides pour faire varier le tirant d'eau, et présenter une proue en forme de cuiller leur permettant de s'engager sur les glaces qu'ils effondrent sous leur poids.

On peut citer, comme puissant brise-glace, *le Muitaja*, vapeur à hélice construit à Stockholm pour le gouvernement finlandais, et destiné à tenir ouvert le port de Hango où les glaces ont jusqu'à 0 m. 70 d'épaisseur.

Ce steamer-bélier, dont le fonctionnement est très satisfaisant, a une longueur de 47 mètres entre perpendiculaires, une largeur de 10 m. 97, un tirant d'eau de 5 m. 80; il déplace 1,070 tonneaux et possède une machine à condensation de 300 chevaux; sa vitesse normale, dans l'attaque des glaces, est de 10 à 12 nœuds.

En 1890, l'on songea à employer la flottille des Bateaux-Omnibus pour assurer le déglaçage de la Seine et le maintien de la navigation dans la traversée de Paris, en adaptant à l'avant de ces bateaux des armatures en bois blindées avec des tôles; mais il ne fut pas donné suite à ce projet, en présence de la dépense élevée à prévoir et des chances de pertes que pouvaient courir les bateaux.

M. Dibos a passé également en revue, dans son rapport, les divers procédés de déglaçage au moyen des explosifs.

A propos de l'emploi des explosifs à la surface des glaces, il cite un certain nombre d'exemples.

A Saumur, sur la Loire, on a eu recours pendant l'hiver de 1879-1880, pour disloquer une banquise d'un mètre d'épaisseur, à des cartouches de dynamite ficelées bout à bout sur des tringles en bois s'étendant sur 150 mètres de longueur. On obtint ainsi un sillon de 0 m. 40 de profondeur à l'aplomb des tringles, et de nombreuses fissures.

Pendant l'hiver de 1890-1891, on a employé également, sur la Seine, des dispositifs du même genre pour déglacer certains points et faire disparaître des embâcles, notamment dans le bras de Bougival, où, au moyen de chapelets de cartouches de mélinite et de poudre Favier, espacés de 1 mètre et reliés par du cordeau détonant, on a pu pratiquer, en les alignant dans des rainures de

o m. 10 de profondeur, une coupure continue de 3 mètres de largeur, dans une couche de glace de o m. 30.

A Conflans, le même dispositif fut employé pour disloquer un embâcle qui s'était formé en amont du pont-route, en le combinant avec des coupures faites à la hache suivant le fil du courant et isolant des bandes de glace de 15 mètres de largeur, que l'on morcelait ensuite par des pétards de poudre Favier placés dans des rainures transversales; dans la partie de l'embâcle atteignant 1 mètre d'épaisseur, il fut fait usage de fourneaux de mine descendus au-dessous de la glace et chargés chacun de 2,500 grammes de poudre Favier.

En ce qui concerne l'emploi des explosifs par immersion, M. Dibos fait ressortir que, par suite du meilleur bourrage que l'on obtient ainsi, la destruction des glaces se fait dans de meilleures conditions que lorsqu'ils sont placés à leur surface.

Ce procédé, s'il est pratiqué à de trop faibles distances de navires en stationnement et d'ouvrages d'art, peut leur être funeste.

Comme explosifs, M. Dibos donne la préférence à la poudre Favier sur la mélinite qui coûte plus cher, et sur la dynamite dont l'emploi présente certains dangers pendant la gelée, pour son transport et son maniement.

La poudre noire peut également servir pour disloquer les glaces; elle est employée en Allemagne. M. Dibos indique que, pour déglacer un bassin de 3,025 mètres de superficie pris sur o m. 21, il a usé de cette poudre. Elle était enfermée dans des bouteilles de Saint-Galmier dont le bouchon, convenablement mastiqué, était traversé par une mèche Bickford destinée à la mise du feu. Cet engin était introduit sous la glace à l'aide d'une gaule passant par une entaille pratiquée en sifflet, afin de permettre de rapprocher le plus possible la charge de la surface.

M. Dibos signale ensuite, dans son rapport, les précautions à prendre pour mettre le feu aux explosifs au moyen de la mèche

Bickford ou des exploseurs électriques, et les dispositions à adopter pour les circuits destinés à produire des explosions simultanées, lesquels doivent être combinés de façon que les longueurs de mèche et cordeau soient établies de manière que le feu parvienne, en même temps, à toutes les cartouches.

Pour ce qui regarde les charges des fourneaux de mines, M. Dibos estime que leur poids peut être calculé au moyen de la formule $C = gh^3$, dans laquelle C représente la charge en kilogrammes de poudre, h la distance de la charge à la surface de la glace, et g un coefficient variable, qui, pour les glaces provenant de fortes gelées, peut être fixé à 3; il ajoute que l'on peut admettre les équivalences suivantes entre les poids des divers explosifs généralement employés.

1 de dynamite n° 1 pour 1 de poudre Favier n° 1.

1 de poudre comprimée n° 1 pour 1/3 à 1/2 de poudre Favier n° 1.

1 de poudre en grain n° 1 pour 1/4 à 1/3 de poudre Favier n° 1.

Quant aux détonateurs, M. Dibos signale la convenance, pour éviter les ratés et réduire la dépense, de ne pas augmenter la densité de la poudre par une compression intempestive. C'est ainsi que, pour de la poudre d'une densité de 1, une capsule de 0 gr. 75 de fulminate suffit, alors que pour celle d'une densité de 1,50 il faut compter sur 5 grammes de fulminate.

MM. Bekaar et Nelemans, ingénieurs du Waterstaat, passent en revue, dans leur rapport, les tentatives faites, depuis quelques années, sur le canal d'Amsterdam à la mer du Nord et sur celui de Gand à Terneuzen, pour y maintenir la navigation pendant la gelée.

Le canal d'Amsterdam à la mer du Nord fut inauguré le 1er décembre 1879. Il présente une longueur de 28 kilomètres entre les écluses d'Ymuiden et celles du Zuydersée. Sa largeur actuelle au

plafond est de 20 mètres, et de 100 à 130 mètres au plan d'eau; sa profondeur est de 8 m. 20 sous A. P.

C'est en 1880 que l'on chercha pour la première fois, sur ce canal, à briser les glaces.

Cette tentative fut faite au moyen d'un brise-glace construit pendant l'année précédente par une société particulière.

Ce brise-glace était constitué par un bâti en tôle et cornières de 14 mètres de largeur que l'on plaçait en tête de un ou de deux remorqueurs de 50 chevaux chacun, suivant l'épaisseur des glaces à détruire.

Son poids atteignait 84,000 kilogrammes, et son coût a été de 55,200 francs.

Tant que les glaces ne dépassaient pas 0 m. 20, ce brise-glace donnait des résultats satisfaisants, tout en présentant l'inconvénient de fournir, pour le croisement des navires, un chenal trop étroit, encombré de glaçons causant des avaries aux hélices des remorqueurs le poussant en avant, et aux navires en marche.

Pour rémunérer la Société, qui fut dissoute en 1890, des dépenses d'exploitation qui s'élevaient à 950 francs par jour, une taxe était imposée aux navires, lesquels devaient être munis de tôles protectrices contre les glaces et marcher à la vitesse réduite de 100 mètres par minute, afin de ne pas détacher les glaces des rives et encombrer ainsi le chenal ouvert.

Si, pendant le rude hiver de 1890-1891, le port d'Ymuiden est toujours resté accessible aux navires, les petits exigeant toutefois de forts remorqueurs pour traverser les glaces, il n'en a pas été de même pour le canal, où leur épaisseur a atteint 0 m. 45 à Ymuiden et 0 m. 58 à Hembrug, et cela malgré la remise en service, par la compagnie dissoute, de son matériel, lequel ne put continuer son travail en raison des avaries survenues à l'hélice d'un des remorqueurs; l'emploi de deux navires de guerre cuirassés, dont l'un parti d'Amsterdam fut bientôt bloqué dans les glaces, et l'autre parti d'Ymuiden fut réduit à l'impuissance par la rupture

de son hélice après 7 kilomètres de parcours; enfin l'aide de forts navires de commerce dont quelques-uns subirent des avaries en forçant le passage.

Une société pour favoriser les intérêts généraux de la navigation, qui venait de se fonder à Amsterdam, entreprit alors de rétablir la navigation interrompue.

Elle eut recours, à cet effet, à un bateau à vapeur complétant, par son passage, le dégagement, sur 15 mètres de largeur, de la couche de glace entamée, au préalable, par des sillons longitudinaux et transversaux exécutés à la hache.

Le manque de rapidité de ces procédés de déglaçage et les dépenses élevées qu'ils entraînaient conduisirent à faire usage de poudre ordinaire pour fragmenter, en avant du vapeur, la glace divisée déjà par les sillons.

Les charges de poudre, de 4 à 10 kilogrammes, étaient renfermées dans des cruches en terre cuite descendues jusqu'à 1 mètre et 1 m. 50 sous la glace, suivant le sillon central, et espacées de 10 mètres en 10 mètres; la mise en feu était faite au moyen d'exploseurs électriques (Siemens et Halske). On obtint ainsi des entonnoirs de 5 à 15 mètres de diamètre accompagnés de fissures s'étendant de 5 à 10 mètres.

Il fallut 21 jours pour ouvrir, d'Ymuiden à Amsterdam, un chenal de 25 kilomètres, et cette opération épuisa tous les moyens de la Société. Les dépenses s'élevèrent à 94,500 francs, non comprise celle de 11,000 francs concernant la poudre (5,026 kilogrammes.

Cette expérience conduisit cette société à créer des moyens plus énergiques de déglaçage. Après avoir étudié les brise-glace employés sur l'Oder et le Stettiner Hafe, elle fit construire deux brise-glace à vapeur de 630 chevaux (n° 1) et de 350 chevaux (n° 2) destinés, le premier à briser les glaces dans le canal, et le second à faciliter l'accès du port et des docks et à assister les vaisseaux en marche.

Ces brise-glace présentent les dimensions suivantes :

	BRISE-GLACE N° 1.	BRISE-GLACE N° 2.
Longueur	43m00	32m00
Largeur	10 80	8 50
Tirant d'eau	5 00	4 00

La coupe transversale de ces vapeurs est à peu près ovale, et la quille, par son relèvement accentué vers l'avant, permet à ces brise-glace de monter sur la glace et de la briser par leur poids. Afin de protéger l'hélice contre les glaçons qui reviennent dans le chenal sous son appel, elle est immergée de façon que les extrémités de ses ailes restent à 1 m. 25 au-dessous de la ligne de flottaison.

Pendant l'hiver de 1893-1894, l'épaisseur des glaces n'ayant atteint dans le canal d'Amsterdam que 0 m. 20, les expériences de cassage poursuivies n'ont pu être décisives au sujet du bon fonctionnement de ces brise-glace. Il a toutefois laissé à désirer au point de vue des manœuvres en arrière et du virage, ce qui a tenu vraisemblablement au manque d'exercice du personnel, étant donné que les bateaux brise-glace de Stettin, absolument semblables, opèrent très bien, même dans les glaces de grande épaisseur.

Le capital de la société qui fit construire ces brise-glace est de 735,000 francs; elle évalue les frais d'entretien et d'amortissement et les frais d'exploitation, pendant la gelée, à 285 francs par jour, pour le n° 1, et à 190 francs par jour, pour le n° 2. Elle reçoit par an, à titre de subvention, pour les frais d'entretien, 56,700 francs, et pour les frais d'exploitation, 18,900 francs, fournis par tiers par le Gouvernement néerlandais, la province de la Hollande septentrionale et la ville d'Amsterdam.

Le canal à écluse de Gand à Terneuzen, dont le parcours est de 16 kilomètres en Hollande et de 18 kilomètres en Belgique, a

été mis en exploitation en 1885; sa largeur au plafond est de 17 mètres, et au plan d'eau, de 47 mètres; sa profondeur est de 6 m. 05. Les dimensions maxima des bateaux qui peuvent le fréquenter sont : largeur, 11 m. 50; longueur, 90 mètres; tirant d'eau, 5 m. 61.

Pendant l'hiver de 1890-1891, le passage des navires ne suffisant pas pour maintenir un chenal navigable, on eut recours à des remorqueurs d'un tirant d'eau de 3 mètres, lesquels avaient pour mission de briser les glaces, par le choc, sur toute la largeur du canal afin de supprimer les évitements, de parcourir le canal deux fois par jour pour empêcher le regel, enfin de prêter assistance aux navires en marche.

Ces remorqueurs durent cesser leur travail au moment du plus grand froid (épaisseur des glaces, 0 m. 26), par suite d'avaries qui les mirent hors de service.

A partir de ce moment jusqu'au dégel, le canal, où l'épaisseur des glaces arriva à atteindre 0 m. 38, ne fut plus fréquenté d'une manière normale par les navires de mer, qui, pour circuler, durent agir par leurs propres moyens contre les glaces, ou profiter du chenal ouvert par des steamers robustes, tel que l'*Ousé* (longueur, 67 m. 25; largeur, 9 m. 25; tirant d'eau, 4 m. 15).

Le cassage des glaces par les navires avait lieu tant par l'effondrement de la couche sous le poids de l'avant de ces navires glissant à leur surface, que par le choc de ces derniers lancés seulement à une vitesse modérée pour ne pas avarier leur coque.

En fait, il a suffi d'aider dans des limites très restreintes la marine, pour que la navigation restât assurée pendant cet hiver; et, sur les 81 navires montants et les 80 navires descendants qui fréquentèrent le canal du 14 décembre au 24 janvier, on n'eut à constater que deux avaries d'hélice survenues en battant en arrière; d'autre part, les berges ne subirent aucune dégradation.

Pendant l'hiver 1892-1893, durant lequel les glaces furent moins épaisses, un seul remorqueur, parcourant une fois par

jour le canal, suffit pour assurer le maintien de la navigation, et cela moyennant une dépense de 2,100 francs par jour [1].

M. SCHUURMAN, ingénieur du Waterstaat, et M. BURGDORFFER, lieutenant du génie, entrent, au début de leur rapport commun, dans

[1] Les conclusions du rapport de MM. Bekaar et Nelemans sont les suivantes :

La possibilité de prévenir les chômages par la glace sur les canaux maritimes n'est pas douteuse.

Parmi les moyens appliqués dans ce but, il faut rejeter la création d'un chenal par main-d'œuvre ou par l'application des matières explosibles, comme étant trop coûteuse et prenant trop de temps.

Des traversées continuelles du canal, dès le commencement de la gelée, peuvent être considérées comme moyen efficace pour prévenir une interruption de la navigation.

Ordinairement, deux ou trois traversées par jour suffiront pour prévenir une congélation, de sorte que les traversées successives ne rencontrent pas de difficultés insurmontables.

Quand des bateaux de commerce ne garantissent pas un nombre suffisant de traversées, ils devront être secondés par des bateaux brise-glace de construction spéciale, ou par des remorqueurs puissants, qui pourront aussi briser les banquettes à côté du chenal.

Tant que l'épaisseur de la glace n'est pas excessive, les remorqueurs pourront prêter un secours fort apprécié; mais ils ne seront pas capables de continuer la utte contre la glace de grande épaisseur pendant des semaines consécutives; alors ils offrent même, à un certain degré, le danger d'obstruer le chenal navigable, quand ils sont mis hors de combat par suite d'avaries survenues à l'hélice, la machine ou le bâtiment.

Là où il s'agit de s'ouvrir un passage à travers la glace, surtout sur une grande distance, un bateau brise-glace de forte construction et de grande puissance qui brise la glace sous son poids, ou bien un bateau de commerce d'un type convenable brisant la glace de la même manière, sans s'exposer à des chocs nuisibles, soit au bâtiment, soit à la machine, pourront rendre le service voulu.

Quand les circonstances le permettent, il est d'un grand intérêt de briser la glace sur toute la largeur du canal, pour éviter les banquettes solides dans lesquelles les bateaux ne peuvent pas pénétrer et pour ne pas perdre de temps par les garages.

Quoique dans un canal à larges bermes submergées on soit dans la nécessité de réduire la vitesse pour éviter l'encombrement du chenal par les grands glaçons se détachant des berges, l'expérience n'impose pas en général la nécessité de réduire la vitesse tolérée en temps ordinaire, ni dans l'intérêt des bâtiments, ni dans l'intérêt des berges.

Une vitesse convenable pourra même en plusieurs cas favoriser la séparation des glaçons recongelés, par le mouvement produit dans la masse d'eau.

différentes considérations au sujet du mode de formation des glaces lors de l'arrivée des gelées et pendant leur durée, et sur la manière et l'ordre suivant lesquels se fait la prise des rivières des Pays-Bas.

D'une manière générale, cette prise commence par la partie basse en raison de l'arrêt des glaces par le jeu du flux et du reflux, et se propage ensuite vers l'amont.

Quant aux embouchures mêmes, elles ne prennent pas d'habitude, l'action de la marée étant suffisamment énergique pour les en empêcher.

Le premier essai de débâclage artificiel tenté en Hollande remonte à 1845. Il eut pour but la destruction, au moyen de poudre, d'un embâcle de 2 à 3 mètres d'épaisseur, qui obstruait le Wahal près d'Ophemert.

De 1845 à 1861, aucune nouvelle opération de ce genre ne fut poursuivie, mais, pendant l'hiver 1860-1861, l'État entreprit, au moyen d'un vapeur de 100 chevaux de force (longueur 33 m. 50, largeur 6 m. 10), de déglacer le Nieuwe Maas, le Leck, le Noord et le Dorstsche Kil, le Merwede et le Wahal.

La glace franche présentait une épaisseur de 0 m. 20 à 0 m. 25, et il existait des embâcles allant jusqu'au fond.

Ce vapeur arriva notamment à détruire, près d'Ysselmonde, un embâcle de fond de 300 mètres de longueur, en trois jours de temps.

La durée de son travail total, interrompu par la débâcle générale, fut de 9 jours seulement.

Des avaries de roues et de gouvernail furent les seules subies par ce vapeur pendant ses opérations, mais il convient d'ajouter que les glaces étaient tendres.

En 1871, le Nieuwe Merwede se trouvant embâclé par de gros glaçons sur 4 kilomètres à partir du Hollandsch Diep, on attaqua cet embâcle au moyen de mines chargées de poudre et de deux vapeurs. Ce travail dura du 3 au 10 février et fut contrarié par

une reprise momentanée du froid qui fit ressortir l'insuffisance de ces procédés dès que la gelée dépasse certaines limites.

En 1876, du 2 au 8 février, une tentative fut faite pour le débâclage du Leck, mais elle fut contrariée par les basses eaux.

Pendant l'hiver de 1879-1880, particulièrement rigoureux, des moyens énergiques furent employés, du 1er au 19 janvier 1880, pour le déglaçage de diverses rivières des Pays-Bas. On eut recours à l'emploi de la poudre, à des vapeurs au nombre de trois et à des monitors à éperon de la marine hollandaise. Ces derniers ne donnèrent pas de bons résultats: ils n'avaient pas assez de puissance, étaient trop lourds et gouvernaient mal.

Les mêmes moyens furent appliqués durant l'hiver de 1880-1881, et l'insuffisance des monitors à éperon fut de nouveau constatée.

Les résultats médiocres obtenus à l'aide de bateaux du commerce ou de l'État remirent en question la construction, avec subside du Gouvernement, d'un bâtiment spécial pour le cassage des glaces, et un marché fut passé en 1883 avec un constructeur entrepreneur de remorquage, pour l'exécution d'un bateau de ce genre.

Ce bateau, le *Wodan,* qui devait être mis à la disposition du Gouvernement pendant la période des glaces moyennant un subside de 19,300 francs, et demeurer pendant le reste de l'année à la disposition du fournisseur, a une longueur de 40 mètres, une largeur de 13 m. 40, y compris les tambours, et un tirant d'eau de 2 mètres; il est à roues indépendantes et ses deux machines Compound sont, chacune, de 50 chevaux.

Ce n'est qu'en janvier 1885 qu'il a pu être utilisé. Aidé de deux vapeurs non spéciaux, il a pu, en 4 heures 1/2, détruire un embâcle de 8 kilomètres sur le Dordtsche Kil; mais cet essai ne pouvait être concluant, la gelée n'ayant été ni forte ni longue, et la glace, ni épaisse ni dure.

En partant de l'expérience acquise que, lors d'une forte gelée continue, on ne saurait empêcher les glaçons de se prendre en

masse, et de rendre ainsi, sans utilité, les opérations de déglaçage prématurées, il fut admis, pendant l'hiver de 1890-1891, qu'on n'agirait qu'à l'approche du dégel. Le plan de campagne pour le déglaçage des deux cours d'eau du pays fut arrêté en conséquence.

Quant aux moyens d'action auxquels on eut recours, ils furent des plus énergiques et comportèrent l'emploi de détachements du génie et du corps des torpilleurs, du *Wodan* de 100 chevaux et de huit vapeurs de 30 à 93 chevaux, fortifiés à l'avant.

Les détachements de troupes avaient pour mission de faciliter l'action des vapeurs en brisant, en avant, la couche de glace et les embâcles sur les points où, faute de profondeur, les bateaux ne pouvaient pénétrer, enfin partout où l'écoulement des glaçons produits par les explosions ne pouvait offrir de danger pour l'aval.

Malgré la puissance de ces moyens d'action, bien que l'épaisseur des glaces fût comprise entre 0 m. 25 et 0 m. 45 et que le dégel fût commencé depuis quinze jours sans interruption, les résultats obtenus furent tout à fait insuffisants, comparés au but que l'on se proposait. C'est ainsi que sur le Hollandsch Diep et la Nieuwe Merwede l'avancement, par jour, ne fut que de 500 à 600 mètres sur 250 mètres de largeur, alors que la longueur à déglacer, depuis la bouche amont de la Nieuwe Merwede jusqu'au pont du chemin de fer sur le Hollandsch Diep, était de plus de 21,000 mètres: ce qui ne pouvait laisser l'espoir d'arriver en ce dernier point avant la débâcle naturelle.

Sur la Nieuwe Maas et le Leck, où la glace était moins forte, l'avancement fut de 1,500 mètres par jour.

La dépense des opérations de déglaçage dont il s'agit s'éleva à 152,049 francs pour 800 heures de travail, soit à 164 fr. par heure.

Ces opérations montrèrent que l'emploi des explosifs ne facilitait pas, comme on y avait compté, le travail des vapeurs, la dis-

location des glaces par les mines, en avant de ces derniers, ne pouvant marcher assez vite.

Elles firent, de plus, ressortir combien les vapeurs, même robustes et protégés par des boucliers, ont à souffrir des chocs qu'ils reçoivent en se lançant à toute vapeur, avec un élan de 150 mètres, contre les glaces dans lesquelles ils n'arrivent à pénétrer au plus que de leur longueur.

Après la mise sur chantiers des vapeurs employés, l'on put constater qu'ils avaient subi les avaries suivantes : plaques de fer des proues enfoncées et crevassées, voies d'eau importantes, hélices brisées, arbres de couche, roues, gouvernails détériorés.

Lors de l'hiver 1892-1893, et en présence des résultats insignifiants obtenus en 1890-1891, on résolut de munir l'avant du *Wodan* d'un éperon en acier doux et pouvant flotter afin de ne pas changer sa ligne de flottaison. Cet éperon une fois en place, descendait à 0 m. 60 au-dessous de cette ligne, de manière à pouvoir agir sur les glaces, non par choc, mais en les soulevant.

Sur les cinq vapeurs employés de concert avec le *Wodan*, quatre furent seulement munis d'éperons, le cinquième ne devant servir qu'au transport des troupes du génie chargées de seconder les vapeurs et d'opérer seules sur les points où ces derniers ne pouvaient pénétrer.

Il fut constaté, dès le début, que dans les champs de glace unis dont l'épaisseur atteignait 0 m. 25, les vapeurs munis d'éperons, y compris le *Wodan*, n'avançaient pas d'une manière régulière et que, dans les amas de glace, les difficultés de progression étaient augmentées par ces appareils.

Même en prenant un élan de 100 mètres, le *Wodan* ne réussissait pas à pénétrer dans les glaces de plus de la moitié de sa longueur et exceptionnellement de sa longueur entière; enfin, grave inconvénient, il éprouvait souvent des difficultés pour se dégager.

Les vapeurs munis d'éperons à tranchant mieux effilé que celui

du *Wodan* pénétraient, au contraire, plus aisément dans les glaces et s'en dégageaient plus facilement.

Malgré les éperons, les avaries subies par les vapeurs employés pendant l'hiver de 1892-1893, quoique moins fréquentes que celles survenues aux vapeurs mis en service, pendant l'hiver de 1890-1891, n'en furent pas moins graves, et, si les éperons diminuèrent le nombre des voies d'eau, ils provoquèrent des désordres marqués dans les membrures.

C'est ainsi que le *Freya,* remorqueur d'une construction très solide, eut plusieurs gabarits enfoncés, et que toute sa coque fut disloquée; qu'il en fut de même pour le *Jason,* à un moindre degré toutefois, en raison d'un emploi plus restreint; que le *Wodan,* malgré sa construction robuste, subit de fortes avaries à sa machine ainsi qu'à son gouvernail et à ses roues; enfin que le *Permis,* pour un travail de courte durée, eut deux hélices brisées.

Quant à l'*Hosanna* non muni d'éperon, il fut mis hors de service en deux jours par une voie d'eau importante.

Les opérations de l'hiver de 1892-1893 occasionnèrent une dépense de 128,100 francs (165 francs par heure de travail effectif), sur laquelle les réparations des avaries causées aux vapeurs ne furent pas moindres que 61,482 francs.

En présence de ces résultats peu satisfaisants, le Gouvernement fit rechercher si les brise-glace employés depuis plusieurs années sur l'Elbe, en amont de Hambourg, pour la défense des districts riverains ne conviendraient pas pour le déglaçage à opérer sur les cours d'eau des Pays-Bas, et un crédit fut inscrit au budget de 1894 pour la construction, à titre d'essai, d'un brise-glace de ce type agissant sur les glaces par son poids en s'engageant au-dessus. Il fut adjugé pour le prix de 98,700 francs.

Sa longueur est de 28 mètres, sa largeur de 6 mètres, et son tirant d'eau varie entre 1 m. 60 et 2 m. 10. Sa vitssse, en eau libre, est de 5 mètres à la seconde et sa machine de 250 chevaux de force. Tous les détails de construction ont été étudiés avec le

plus grand soin pour le travail qu'il doit faire, et le rapport que nous analysons donne, à ce sujet, des renseignements très complets, mais il n'a pu fournir aucune indication sur son fonctionnement, attendu qu'au moment du Congrès, ce brise-glace était en construction.

Cependant, après avoir rappelé les bons résultats obtenus sur l'Elbe, avec ce genre de brise-glace, surtout au point de vue des avaries subies en cours de travail, le rapport en question exprime l'opinion que, si sur l'Elbe on a obtenu de meilleurs résultats comme déglaçage que ceux réalisés en Hollande avec les bateaux à éperon, cela tient peut-être moins aux engins eux-mêmes qu'aux circonstances locales, telles que vitesse du courant, embâcles moins épais, etc.

L'on peut estimer en tout cas que, si les brise-glace du type de l'Elbe peuvent présenter des avantages pour l'avancement dans les glaces et au sujet du nombre et de l'importance des réparations sur les autres brise-glace, il y a lieu de douter de leur efficacité, lorsqu'il s'agit de rompre des amoncellements de glaces dans un chenal obstrué sur plus de 1,000 mètres de longueur, et quelquefois jusqu'au fond dans toute la largeur de la rivière, comme cela se produit en Hollande, travail que les vapeurs à éperon *Jason* et *Freya* ont pu exécuter, pendant l'hiver de 1892-1893, avec l'aide des mineurs.

Dans de pareilles circonstances il est présumable que les brise-glace type Elbe s'échoueront sur les glaces sans pouvoir reculer.

Dans la seconde partie de leur rapport, MM. Schuurman et Burgdorffer rendent compte, avec les plus grands détails, d'une série d'opérations de déglaçage exécutées en Hollande à l'aide d'explosifs employés isolément ou simultanément avec des bateaux à vapeur.

Durant l'hiver de 1890-1891, en utilisant à la fois trois vapeurs non armés et un détachement du génie comprenant 38 soldats et 2 officiers, on ne parvint à dégager en cinq jours que 2,000 mètres de longueur sur le Hollandsch Diep (250 mètres de

largeur moyenne); résultat médiocre qui doit être attribué à la grande épaisseur des glaces (0 m. 36 pour la glace franche), à la mise hors de service fréquente des vapeurs et aux difficultés que rencontra le travail des mineurs.

Les mines étaient placées à 30 mètres de distance les unes des autres dans des profils transversaux à la rivière espacés entre 25 et 100 mètres, et les charges descendues sous la surface de la glace.

Les charges de poudre étaient de 10 kilogrammes à 25 kilogrammes et celles de dynamite, de 2 kilogr. 05 à 2 kilogr. 50.

Elles produisaient des entonnoirs de 5 mètres à 14 mètres de diamètre et des crevasses s'étendant de 10 mètres à 30 mètres.

Dans le courant de ce même hiver, les troupes du génie concoururent, également avec des vapeurs, au déglaçage du Beneden Wahal. Au moment de la débâcle, un détachement fut emporté sur un glaçon à un kilomètre en aval du lieu de ses opérations, et ne put rejoindre la rive qu'à l'aide du bateau-traîneau qu'il possédait. Quant aux bateaux à vapeur, ils durent battre en retraite et chercher un refuge dans un port.

Des opérations analogues furent poursuivies pendant l'hiver de 1892-1893 pour le déglaçage du Boven Merwede. Les vapeurs employés étaient munis d'éperons et l'on eut recours à des charges de poudre et de dynamite plus fortes que durant l'hiver de 1890-1891 et employées de la même manière, c'est-à-dire sous la glace; cette dernière avait des épaisseurs de 0 m. 20 à 0 m. 30, en tant que glace franche, et de 0 m. 70 à 6 mètres dans les embâcles.

Au moment où la débâcle générale survint, on était parvenu, en 8 jours, à déglacer une longueur de rivière de 14 kilomètres; ce qui représentait 1 kilomètre 3/4 par jour.

En dehors de ces travaux de déglaçage, le rapport dont nous nous occupons fournit aussi des indications très complètes sur d'autres travaux exécutés par le génie seul, en 1890-1891, sur l'Ysel, près de Zalk, pour détruire un embâcle de 800 mètres de

longueur et 3 mètres d'épaisseur; sur le Wahal entre Rossum et Lœvestein, faisant refluer les eaux jusqu'à 0 m. 40 au-dessus des parties les plus basses des digues qui durent être exhaussées; et en 1892-1893, sur le Bowen Rijn près Lobith, pour disloquer un fort embâcle produisant une crue d'environ 1 mètre.

Ce rapport entre ensuite dans des détails très circonstanciés sur la nature des explosifs employés (poudre et dynamite); dans ces dernières opérations, leur mode d'allumage (mèche Bickford et électricité), le poids des charges, leur espacement, leur répartition, leurs effets, la composition des détachements du génie, enfin le matériel dont ils étaient munis.

Les différents travaux de déglaçage que nous venons de passer en revue ont fait ressortir divers enseignements qu'il nous a paru intéressant de résumer ici :

Au point de vue des dimensions des entonnoirs et des longueurs des crevasses, il a été reconnu que 2 kilogrammes 1/2 de dynamite produisent les mêmes effets que 12 kilogrammes 1/2 de poudre ordinaire; d'où avantage marqué en faveur du premier de ces explosifs, sans compter les facilités qu'offre son emploi.

Les brise-glace suffisent seuls pour des couches de glace de 0 m. 20 d'épaisseur avec glaces engagées au-dessous de 0 m. 50 à 0 m. 80 d'épaisseur.

Le peu d'utilité des mines pour aider le travail des bateaux à vapeur brise-glace dans certaines circonstances, a été mis en évidence, lors du débâclage, en 1890-1891, du Hollandsch Diep et du Nieuwe Merwede, où l'on n'a pu arriver à ouvrir journellement qu'une longueur de 500 mètres à 600 mètres sur une largeur d'environ 250 mètres.

Pour arriver à prendre une avance suffisante sur les brise-glace, il eût fallu, en effet, pouvoir pratiquer, par jour, 320 à 360 mines par kilomètre, alors qu'on ne parvenait pas à en tirer plus de 40 par jour et que ce nombre n'eût pu être beaucoup dépassé en augmentant le personnel des mineurs.

Dans des glaces plus épaisses que 0 m. 20, le travail des brise-glace peut être cependant accéléré, dans certains cas, par l'emploi des explosifs.

Dans les embâcles épais, les explosifs peuvent fournir de bons résultats, à la condition d'être aidés par une crue subite; mais alors les travaux présentent des dangers sérieux pour le personnel et le matériel.

Il est préférable de ne commencer les travaux de déglaçage que lorsque le dégel est en cours, et qu'il y a apparence qu'il continuera.

On ne doit attaquer les glaces que contre le courant ou au moment du jusant dans les rivières à marée.

Des vapeurs doivent circuler en aval des chantiers de déglaçage pour assurer l'écoulement des glaces, prévenir la formation d'embâcles et faire partir les glaces de rives.

Les bateaux brise-glace ne doivent pas travailler isolément, afin qu'ils puissent être secourus s'ils se trouvent engagés dans ou sur les glaces, et doivent être garés la nuit dans un endroit sûr; le travail de nuit, même en ayant recours à l'éclairage électrique, est en effet dangereux et ne doit être employé qu'en cas de détresse.

Les vapeurs à hélice sont préférables pour briser les glaces à ceux à roues, ces dernières étant plus sujettes à avaries que les hélices. Toutefois, les vapeurs à roues ont plus de puissance pour disloquer les glaces, eu égard aux ondes intenses qu'ils produisent.

Enfin, il n'est pas bien démontré que, sauf dans des cas exceptionnels, les travaux de déglaçage sur les rivières aient une bien grande efficacité, et que les forces naturelles ne soient pas susceptibles, en général, de produire la débâcle, sans qu'il en résulte de graves inconvénients [1].

[1] Les conclusions du rapport de MM. Schuurman et Burgdorffer sont les suivantes :

« On peut conclure de ce qui précède que, s'il ne faut pas exclure la possibilité d'em-

M. Cramer, secrétaire de la Société pour le développement de la navigation à vapeur en Hollande, après avoir indiqué que, depuis quelques années, des tentatives ont été faites à l'aide de bateaux à vapeur pour briser les glaces, non en vue d'ouvrir et de maintenir un chenal navigable, mais de permettre aux navires en marche d'atteindre leur destination, cite comme types employés ceux qui, munis d'un avant aigu, entrent dans les glaces par le choc, et ceux qui, possédant un avant relevé, peuvent glisser au-dessus et les briser par leur poids.

Si les premiers risquent, une fois engagés dans les glaces, de ne pouvoir reculer, les seconds peuvent, si les glaces ne se rompent pas sous eux, se trouver dans une position critique.

En temps de forte gelée, les résultats obtenus avec les vapeurs sont minimes, mais en temps de dégel ils sont plus satisfaisants.

En tout cas, contre les glaces épaisses et les embâcles, il est indispensable que les vapeurs soient armés et convenablement renforcés.

pêcher la formation d'embâcles sur nos rivières, quand l'hiver n'est pas trop rigoureux, et de rompre les barrages qui se produiront toujours en quantité plus ou moins considérable, à moins que ces barrages ne soient trop importants, lorsque la gelée est quelque peu forte, on constatera bientôt que cela est tout à fait impossible.

« En général, il ne paraît pas désirable de faire des tentatives de débâclage dans l'intérêt de la navigation intérieure, car si l'on réussit à empêcher la formation d'amoncellements de glaces, les bâtiments destinés à cette navigation ne seront pas capables de se frayer un chemin à travers les glaçons flottants.

« Les navires en bois sont tout à fait incapables, cela va sans dire, de fréquenter nos rivières, tant que la glace qui charrie s'y trouve en assez grande quantité; et même la plupart des bâtiments en fer auront bientôt des avaries qui les obligeront de cesser la navigation.

« Quant à modifier la construction des navires destinés à la navigation intérieure de telle sorte qu'ils soient capables de résister aux glaces flottantes, cela entraînerait sans doute trop de frais.

« Si le déglaçage des grands canaux et des ports de mer peut avoir de sérieux avantages pour la navigation à long cours, réservée ordinairement à des bâtiments en fer d'une construction très solide, la navigation intérieure ne profitera guère, exception faite pour les parties très fréquentées soumises à des circonstances particulières, du travail de débâclage de nos rivières. »

A l'appui de la nécessité de n'employer, dans les déglaçages, que des vapeurs robustes et armés en conséquence, M. CRAMER cite les opérations exécutées au cours de l'hiver de 1891-1892, pour dégager les piles du pont du Moerdyck à l'aide d'un détachement du génie et de six vapeurs pour la plupart très solides; les glaces présentaient des épaisseurs de 0 m. 30 à 0 m. 40. Deux seulement de ces vapeurs restèrent intacts; quant aux autres, un coula, un éprouva des voies d'eau importantes, un eut sa proue brisée et le dernier eut une hélice brisée.

La première tentative de déglaçage en Hollande au moyen d'un vapeur, remonte à 1861.

Une banquise s'étant formée dans le Holl Ysel, près Capelle, le Gouvernement la fit briser avec succès par le vapeur *Brouwershaven;* il est vrai que l'on opéra au moment du dégel.

A la suite de cette tentative, le Gouvernement nomma une commission chargée d'étudier les moyens à employer pour déblayer les embâcles et banquises, laquelle provoqua la présentation, par une compagnie de construction, d'un projet pour un vapeur brise-glace qui ne fut, du reste, pas exécuté.

Ce brise-glace, de forme elliptique, était muni, à l'avant et à l'arrière, d'une charrue à glace dans le but de lui permettre de l'attaquer dans les deux sens, et de se dégager sans être obligé de virer.

En 1881, la compagnie d'armateurs *Blauwe Ster,* à Rotterdam, fit construire une charrue à glace pour l'adapter à un vapeur de 80 chevaux, engin qui fonctionna d'une manière satisfaisante; puis ultérieurement, une seconde pour armer un vapeur à hélice de 150 chevaux, l'*Ysploeg,* en tenant compte des améliorations indiquées par l'usage du premier.

Ces charrues sont à double versant et s'adaptent sur les vapeurs en les plaçant en cale sèche. Elles ont pour objet de fendre la glace en la soulevant par-dessous, et de faire retomber les glaçons brisés en dehors du chenal de manière qu'il reste entièrement libre.

En 1889, la compagnie d'armateurs *VD Garden et Cie*, à Capelle-sur-l'Ysel, fit exécuter un remorqueur à hélice, *Krimpen d'Ysel*, de 180 chevaux, en rendant la charrue flottante pour faciliter son montage et son transport d'un point à un autre.

Dans des opérations de déglaçage exécutées entre Rotterdam et Kralingen, les brise-glace à charrue de ces deux compagnies firent preuve d'un même degré de puissance dans des glaces très épaisses.

Cette disposition a été appliquée depuis à divers vapeurs chargés de travaux de déglaçage.

L'efficacité de ce genre de brise-glace a, du reste, été mise en évidence durant l'hiver de 1890-1891, pendant lequel l'administration du Waterstaat ne put obtenir qu'un avancement très lent, dans les glaces du Leck, en employant cependant trois vapeurs puissants; alors qu'un petit vapeur à hélice de 180 chevaux, pourvu d'une charrue flottante, avança sans difficulté, dépassa les vapeurs de l'État et ouvrit facilement un chenal.

Le *Krimpen d'Ysel* et l'*Ysploeg* ont été utilisés, avec succès, à des travaux de déglaçage (0 m. 40) pendant les hivers de 1890-1891, de 1891-1892 et de 1892-1893.

C'est ainsi qu'en 1891, l'*Ysploeg* ouvrit un chenal de 73 kilomètres entre Rotterdam et Amsterdam en 1 jour 1/2, et qu'en 1892-1893, le *Krimpen a/d Leck* fonctionna à Amsterdam sans interruption et assura le maintien, pendant 19 jours, de la navigation sur l'Y aux alentours et dans le bassin, ainsi qu'au Handelskade, tout en retournant le soir à Ymuiden par le canal de la mer du Nord.

Les opérations de déglaçage poursuivies, durant l'hiver de 1893-1894, avec les charrues à glace, ont fait ressortir la nécessité, pour maintenir libre le passage ouvert, de munir la partie inférieure de la charrue d'un rebord horizontal, contre lequel les glaçons détachés sont ramenés puis rejetés de côté, et la convenance de donner aux nouvelles charrues la forme d'un

coin à angle obtus pour les empêcher d'être prises dans les embâcles.

Il existe encore sur le Noordzée Kanaal deux brise-glace, construits en 1893, semblables à ceux employés en Allemagne, et qui brisent les glaces par leur poids; ils appartiennent à une compagnie chargée de maintenir ce canal ouvert ainsi que les accès des établissements d'Amsterdam; enfin le Waterstaat en fait construire un du même type.

L'hiver de 1893-1894 n'ayant été ni rigoureux ni long, on ne peut encore se prononcer sur l'efficacité de ces brise-glace pour les rivières et canaux hollandais. On peut estimer, toutefois, d'après ce qui se passe en Allemagne et les travaux exécutés en 1894 à Amsterdam, que s'ils conviennent très bien au déglaçage des embouchures des rivières ayant une profondeur de 4 mètres à 5 mètres et un courant suffisant pour assurer l'écoulement des glaces rompues, leur adaptation parfaite pour les canaux n'est pas encore sanctionnée par l'expérience.

Si dans les canaux, ces engins sont, en effet, de nature à briser les glaces, il faut reconnaître qu'ils ne sauraient amener la disparition des glaçons dont le maintien en place constituerait une grande gêne pour la navigation intérieure.

Il convient également de remarquer que, dans les bassins et les ports, leurs manœuvres violentes seraient une source de dangers pour les navires en stationnement.

Les objections que les compagnies de remorquage élèvent à l'égard de ces brise-glace, c'est qu'ils ne se prêtent pas, comme les remorqueurs armés de charrue mobile, à une utilisation en dehors des périodes de glaces: considération d'autant plus importante que, comme le démontre le relevé, depuis l'hiver 1870-1871, des interruptions de navigation en Hollande dues au froid, les brise-glace ne peuvent, en fait, être utilisés que fort peu de temps; que leur prix est très élevé; qu'ils exigent une plus grande force, comme le démontre le grand brise-glace de Noordzée Kanaal

qui dépasse de plus de 550 chevaux le *Wodan* (100 chevaux), bien que ce dernier soit le plus grand vapeur muni de charrue à glace des Pays-Bas; enfin que l'industrie privée doit se contenter de vapeurs de 150 à 200 chevaux munis de charrue, et dont la dépense n'est pas plus de 4,000 à 6,000 francs.

Au point de vue commercial, il est incontestable que les brise-glace ont rendu des services en ce qui concerne la navigation maritime, en permettant l'accès des ports; mais, au point de vue de la navigation intérieure, les résultats ont été très minimes : ce qui doit être attribué à l'insuffisance du nombre des brise-glace dont on peut disposer, car le rétablissement de la navigation sur une voie principale ne peut servir à quelque chose que si on le poursuit, en même temps, sur les voies affluentes.

Il convient, en conséquence, que le Gouvernement favorise la construction de brise-glace, engin dont l'emploi présente une importance capitale pour les intérêts des Pays-Bas et dont la construction à fait l'objet d'études sérieuses de la part de l'industrie et de la navigation [1].

La discussion en séance de section des rapports que nous venons d'analyser, a surtout porté sur l'efficacité des opérations de déglaçage exécutées au moyen, soit des explosifs, soit des divers types de bateaux brise-glace.

Il ressort notamment de cette discussion :

A. En ce qui concerne les explosifs :

1° Que l'on peut obtenir de bons résultats, au point de vue du cassage des glaces, par l'emploi de poudre à canon, de mélinite, de dynamite, de poudre Favier, à la condition de prendre les précautions convenables pour les garantir de l'humidité et assurer leur explosion; mais que la poudre Favier, par son bon marché relatif et la sécurité qu'elle présente pour son transport et son ma-

[1] Ce rapport ne contient pas de conclusions.

niement, offre toutefois des avantages qui en recommandent l'emploi;

2° Que l'on obtient de meilleurs résultats dans le cassage des glaces en disposant les charges au-dessous, plutôt qu'à leur surface, mais qu'en les plaçant trop profondément on risque : de produire des entonnoirs de fond et une action destructive sur les rives, ce qui condamne l'emploi des explosifs sur les canaux; de détacher des glaçons d'une grande étendue pouvant, entraînés par le courant, causer des dégâts aux ouvrages d'art et aux navires se trouvant en aval; enfin de détruire une grande quantité de poisson.

B. En ce qui concerne les bateaux brise-glace :

1° Que si les brise-glace à charrue permettent de disloquer les glaces atteignant jusqu'à 0 m. 20 d'épaisseur, ils ne débarrassent pas le chenal ouvert de toutes glaces, en les renversant sur celles de rives et, en conséquence, que pour obtenir avec leur aide, dans les canaux, un chenal praticable, il faut leur adjoindre des vapeurs constamment en circulation pour empêcher les glaces de se ressouder.

Dans les rivières à courant et dans les rivières et ports sujets à la marée cette circulation a moins d'importance, étant donné qu'il ne s'agit alors que de faciliter l'écoulement des glaçons pour qu'ils ne forment pas d'embâcles;

2° Que si les bateaux brise-glace de l'Elbe ont, depuis seize ans, permis de tenir le port d'Hambourg ouvert à la navigation pendant les glaces, tandis qu'avant 1877 le chômage était parfois de plusieurs mois, il convient de se préoccuper des dangers que courent ceux du type échoueur, lorsqu'ils s'engagent sur les glaces trop épaisses pour être effondrées par leur poids, ainsi que cela a été constaté au cours de l'hiver 1893-1894, à Amsterdam, et d'étudier leur forme en conséquence.

En résumé, il ressort des rapports que nous venons d'analyser

et de leur discussion que, depuis quelques années, des tentatives très sérieuses ont été faites, non seulement pour assurer le déglaçage des rivières dans le but de préserver les ouvrages d'art et les propriétés riveraines contre les effets désastreux que peuvent causer les embâcles de fond, mais surtout pour ouvrir et maintenir libre, à travers les glaces, un chenal accessible à la navigation maritime.

En ce qui concerne la destruction des embâcles de fond, il paraît démontré que, si les brise-glace peuvent aider à morceler les glaçons provenant de ces embâcles et à faciliter leur écoulement, ils sont en général impuissants contre elles et que les explosifs seuls peuvent en avoir raison.

Quant aux explosifs à employer pour ces opérations, tous paraissent de nature à fournir de bons résultats en les maniant convenablement; mais il est évident qu'en tenant compte des dépenses et des dangers qu'ils entraînent, il y a lieu de faire un choix entre eux, suivant les circonstances où l'on se trouve placé et la rapidité à imprimer aux opérations à poursuivre.

Pour l'ouverture et le maintien de chenaux de navigation, les bateaux brise-glace ont, au contraire, le rôle principal, et les explosifs ne jouent plus qu'un rôle secondaire. Leur emploi peut même être complètement supprimé si les brise-glace employés sont d'une construction convenable, eu égard aux glaces qu'ils doivent attaquer.

Quant aux brise-glace, en laissant de côté ceux qui sont mis en mouvement par des hommes ou des chevaux et qui ne sauraient être employés que pour des glaces peu épaisses, ils peuvent être rangés dans les catégories suivantes [1] :

Bateau à vapeur sans protection;

[1] Dans la deuxième séance de la 2e Section du Congrès de 1892, nous avions indiqué que nous étudiions un bateau scie-glace. Pendant le rude hiver de 1894-1895, un bateau d'étude de ce type a été essayé sur la Seine, près des écluses de Bougival.

Ce bateau renfermait une locomobile qui, au moyen de transmissions convenables,

Bateau à vapeur avec masque protecteur adapté à l'avant;

Bateau à vapeur avec charrue;

Bateau à vapeur avec éperon ou bélier;

Bateau à vapeur échoueur;

D'après les données de l'expérience, on peut admettre :

1° Que les vapeurs sans protection, tout en étant de construction robuste, ne peuvent être employés utilement dès que les glaces sont dures et épaisses, par suite des avaries graves qu'ils subissent en raison des chocs violents qu'ils reçoivent, même lorsque l'on a recours à la dislocation préalable de la glace par des explosifs;

2° Que des avaries graves sont également à craindre pour les vapeurs avec masque protecteur adapté à l'avant;

3° Que les bateaux à vapeur avec charrue brisant la glace par soulèvement ne peuvent, par là même, être utilisés que pour des glaces peu épaisses.

Toutefois, ces brise-glace ont l'avantage de nécessiter des dépenses de construction et d'exploitation relativement peu élevées;

mettait en mouvement un arbre portant à chaque extrémité des scies circulaires de 0 m. 80 de diamètre et distantes de 4 m. 12. Cet arbre était fixé à l'extrémité d'un châssis articulé par son arrière sur le pont du bateau et qui pouvait être abaissé ou relevé de manière à engager les scies dans la glace ou à les en dégager

L'avancement du bateau était obtenu en se halant au moyen d'un treuil placé à bord, sur une amarre frappée sur une ancre fichée dans la glace à 80 mètres en avant du bateau. La bande de glace débitée par les scies était brisée, en avant du bateau, au moyen de pilons maniés à la main et par l'avancement du bateau dont l'avant était relevé. Les glaçons se trouvaient repoussés de chaque côté sous ceux en bordure et le chenal restait clair en arrière. On a obtenu les vitesses d'avancement suivantes :

6 mètres par minute dans des glaces de		....	0 m. 03 d'épaisseur.
3 mètres	—	de................	0 m. 065
1 mètre	—	de................	0 m. 15
0 m. 60	—	de	0 m. 20

Ces résultats ont paru assez probants pour que M. le Ministre des travaux publics ait décidé qu'il y avait lieu de poursuivre l'étude d'un bateau scie-glace définitif, en partant des données fournies par les expériences faites avec le bateau d'essai.

attendu qu'ils n'immobilisent pas, sans utilité, pendant la plus grande partie de l'année les vapeurs auxquels on adapte les charrues au moment du gel. D'autre part, vu les dimensions restreintes que l'on peut leur donner, ils sont mieux à même de pénétrer où besoin est, notamment dans les ports.

Quant à obtenir un chenal libre de glace par leurs seuls moyens, c'est un résultat qui ne paraît pas encore avoir été obtenu;

4° Que les brise-glace à éperon ou bélier détruisant les glaces par le choc doivent, pour ne pas éprouver d'avaries sérieuses, être très puissants et très robustes : ce qui rend leur emploi d'autant plus coûteux, qu'ils n'ont qu'une utilisation très momentanée;

5° Enfin, que les bateaux échoueurs qui agissent sur les glaces par leur poids, bien que donnant sur l'Elbe d'excellents résultats, n'ont pas encore fourni en Hollande (avant l'époque du Congrès) des résultats absolument concluants, tant au point de vue de la facilité de leurs manœuvres, qu'en raison des dangers qu'ils courent lorsqu'ils restent échoués sur des glaces trop épaisses pour céder sous leur poids : inconvénients tenant vraisemblablement aux conditions spéciales du travail qu'ils ont eu à accomplir et à l'inexpérience du personnel.

Quels que soient, du reste, les procédés employés pour le cassage des glaces, explosifs ou bateaux brise-glace, il ressort également de l'expérience qu'ils n'ont chance de donner de bons résultats qu'à l'approche du dégel ou pendant des froids peu rigoureux, et qu'on ne saurait espérer lutter avec succès contre les glaces pendant des froids intenses et continus; le travail fait chaque jour se trouvant anéanti par la reprise des glaces brisées.

En tout cas, il est indispensable, pour obtenir un résultat satisfaisant, d'attaquer dans les rivières les glaces par l'aval, afin que les glaçons provenant des opérations de déglaçage puissent être entraînés par le courant ou le jeu de la marée, et d'employer en même temps des vapeurs parcourant sans cesse la partie débâclée

pour assurer l'écoulement des glaces et prévenir en aval la formation d'embâcles dangereux.

Dans les canaux où l'on ne peut, en général, se débarrasser des glaces brisées, les opérations de déglaçage ont l'inconvénient de provoquer des amoncellements de glaces de nature à rendre la situation encore plus mauvaise, en cas de continuité du froid, en augmentant considérablement le cube des glaces à faire disparaître pour permettre la reprise de la navigation.

Il résulte également de l'expérience que dans les rivières et les canaux maritimes, si les navires de commerce de solide construction peuvent aider utilement au cassage des glaces et au maintien de la navigabilité du chenal, il n'en est pas de même des navires de guerre; toutes les fois qu'il en a été fait usage en Hollande, ils ont donné de médiocres résultats attribuables à leur manque de vitesse et à ce qu'ils sont peu maniables.

Telles sont les principales indications pratiques qui ressortent des rapports produits au VI[e] Congrès international de navigation sur les moyens de prévenir les chômages en temps de gelée, et de la discussion à laquelle ils ont donné lieu. Il nous a paru intéressant de faire ressortir ces indications en sus de celles résultant des conclusions proposées sur la troisième question par la 2[e] Section, lesquelles se dispensent par elles-mêmes de tout commentaire.

Ces conclusions ont été adoptées par le Congrès dans sa séance plénière du 21 juillet 1894.

CONCLUSIONS DU CONGRÈS SUR LA TROISIÈME QUESTION.

Il est très désirable de maintenir la navigation libre pendant les gelées.

Mais les procédés à employer dans ce but sont variables suivant les régions et les voies navigables auxquelles ils s'appliquent.

L'opération comprend, en effet, deux phases distinctes, le cassage de la glace et l'évacuation des glaçons.

A ce point de vue, il y a lieu de distinguer : 1° les estuaires et rivières à marée; 2° les rivières en dehors de leur partie maritime; 3° les canaux artificiels.

Dans la partie soumise au jeu des marées, l'évacuation des glaces présente, en général, peu de difficultés. D'autre part, les intérêts considérables qui s'attachent au maintien du libre accès des ports peuvent justifier des dépenses importantes. Dans ce cas il convient, à moins d'impossibilité, d'ouvrir et de conserver un chenal par le passage fréquent de brise-glace ou de bateaux à vapeur.

En dehors de la partie maritime, l'évacuation des glaces dans les rivières à courant libre peut encore s'opérer, mais avec des difficultés, qui parfois sont très grandes. Les intérêts en jeu exigent aussi plus rarement le maintien d'un chenal permanent. Dans ce cas, on peut hâter le rétablissement de la navigation aux approches du dégel par l'usage de brise-glace ou autres moyens mécaniques, ou par l'emploi d'explosifs.

Toutefois, il faut prendre les précautions nécessaires pour prévenir les embâcles que les glaçons pourraient former dans la partie inférieure.

Lorsque les embâcles se produisent, on peut recourir à l'emploi de bateaux-béliers, tels que ceux dont on s'est servi avec succès sur l'Elbe et la Vistule ou à celui d'explosifs, comme on l'a fait dans divers pays sur un grand nombre de rivières.

Sur les canaux maritimes, l'évacuation des glaçons est impossible. Néanmoins, les intérêts commerciaux étant les mêmes que sur la partie maritime des rivières, il y a lieu de s'attacher à maintenir, par les mêmes moyens, un chenal toujours praticable à la batellerie.

Sur les canaux de navigation intérieure et sur les rivières canalisées, qui leur sont assimilables, les mêmes procédés sont rarement applicables. Si l'on réussit à opérer le déglaçage, les bateaux affectés à la navigation en canal, moins solidement construits que ceux qui fréquentent les rivières ou les estuaires, ne sont pas ca-

pables de se frayer un chemin à travers les glaçons flottants. Mais il convient de réduire autant que possible la durée du chômage, en opérant à l'aide de brise-glace, soit avant la prise complète du canal, soit dès que le dégel se manifeste. Quant aux explosifs, ils ne sont pas à recommander dans les canaux.

En ce qui concerne les rivières canalisées au moyen de barrages mobiles, le cassage des glaces ne s'impose pas au point de vue des intérêts de la navigation, qui ne peut avoir lieu pendant que les barrages sont ouverts et tant que la débâcle finale ne s'est pas produite.

La Section émet le vœu que les essais se continuent, de manière à déterminer les meilleurs procédés à employer dans chaque cas particulier.

Paris, le 10 août 1895.

L'Ingénieur en chef,

CAMÉRÉ.

4e Question.

TRACTION ET PROPULSION SUR LES CANAUX, SUR LES RIVIÈRES CANALISÉES ET SUR LES RIVIÈRES À COURANT LIBRE.

(Compte rendu par M. Hirsch, ingénieur en chef des ponts et chaussées.)

DIVISION.

Le programme des questions relatives au déplacement des véhicules sur les voies navigables avait été libellé, par la Commission organisatrice du Congrès de la Haye, dans les termes ci-après :

Progrès réalisés, depuis le congrès précédent, dans l'application des

divers systèmes de traction et de propulsion des bateaux. Nouveaux systèmes inventés ou appliqués depuis lors. Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction. Vitesse nécessaire et réalisable, tant pour les bateaux porteurs que pour les remorqueurs et les toueurs avec leurs trains.

Les études devaient s'étendre aux canaux, aux rivières canalisées et aux rivières à courant libre.

Conformément à la tradition suivie lors des précédents congrès, je diviserai le présent rapport en trois parties :

1° Analyse sommaire des documents présentés au Congrès;

2° Compte rendu des discussions en section et en séance;

3° Appréciations personnelles.

Je laisserai de côté la question de la forme des bateaux et de l'état de la surface, question réservée à mon camarade de Mas, dont on connaît la compétence spéciale sur cette matière.

I. — Analyse des documents.

Trois rapports ont été préparés et distribués avant l'ouverture du Congrès, savoir :

Un rapport de M. E. H. Stieltjes, membre du Conseil de surveillance des chemins de fer, dans les Pays-Bas;

Un rapport de MM. de Mas et Hirsch, ingénieurs en chef des ponts et chaussées de France;

Un rapport intitulé : *De l'organisation des services de traction sur les voies navigables,* rédigé par M. A. de Bovet, directeur de la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise.

RAPPORT DE M. STIELTJES.

Le rapport de M. Stieltjes, très étudié, très documenté, comporte cinq divisions.

La première partie est une description générale des voies na-

vigables des Pays-Bas, et renferme des données précieuses sur les dimensions de ces voies et sur les services qu'elles rendent au public, non seulement pour le transport des marchandises, mais aussi pour celui des personnes, ce mode de voyage étant très goûté en Hollande.

Dans une seconde partie, l'auteur étudie les procédés de traction et de propulsion usités en Hollande.

La troisième partie est consacrée à l'examen des nouveaux systèmes de traction proposés ou essayés depuis le Congrès de Paris.

L'étude de la propulsion est reprise dans la quatrième partie et examinée au point de vue spécial de la navigation néerlandaise; l'auteur touche, en passant, à une question fort délicate, et dont nous aurons l'occasion de reparler : celle du monopole de la traction; il se prononce, en ce qui concerne les Pays-Bas, contre toute espèce de monopole.

La même idée est reproduite dans les conclusions, qui forment le dernier chapitre du rapport de M. Stieltjes. L'auteur recommande, en outre, de continuer et de développer les études qui ont été faites jusqu'à ce jour, tant au point de vue de la mesure des efforts nécessaires pour déplacer les bateaux, qu'à celui des systèmes mécaniques propres à améliorer les conditions de la propulsion.

J'aurai à revenir plus d'une fois sur le rapport si remarquable et si intéressant de M. Stieltjes. C'est pourquoi j'ai cru pouvoir me contenter d'en faire une analyse rapide et sommaire.

RAPPORT DE MM. DE MAS ET HIRSCH.

Dans le rapport qu'ils ont présenté en commun, MM. de Mas et Hirsch se sont partagé le travail. Les belles recherches exécutées par M. de Mas sur la résistance que l'eau oppose au mouvement des bateaux sont connues de tous les ingénieurs de navi-

gation. M. de Mas les a résumées lui-même dans le rapport que nous analysons, et l'exposé qu'il présente emprunte une singulière saveur à la plume de l'auteur. Je n'ai pas à insister, la question étant en dehors de mes attributions.

La partie que j'ai eu à rédiger en vue du Congrès comporte seulement une étude des procédés de traction et de propulsion usités sur les voies navigables françaises.

Sur nos canaux, aussi bien que sur nos rivières, la situation n'a pas notablement changé depuis le dernier congrès. Parmi les faits intéressants à signaler, il convient de noter l'installation du touage électrique dans le souterrain de Pouilly, sur le bief de partage du canal de Bourgogne, et la mise en service sur la Seine de *l'Ampère,* toueur avec poulie à adhérence magnétique. Le rapport renferme, soit dans le texte, soit en annexes, des données numériques sur le matériel employé par quelques compagnies de navigation. Il se termine, enfin, par l'énoncé de résolutions proposées pour être soumises aux délibérations du Congrès.

RAPPORT DE M. DE BOVET.

Le rapport rédigé par M. de Bovet et ayant pour titre : *De l'organisation des services de traction sur les voies navigables*, envisage la question au point de vue économique. Pour donner une idée des matières qui y sont traitées, il suffira de reproduire les sommaires des trois paragraphes dont le rapport est composé :

I. — Utilité des voies navigables. Elles sont construites aux frais de l'État. L'intervention de celui-ci dans l'organisation de leur exploitation est légitime, dès qu'elle peut produire un effet utile.

II. — La monopolisation des services de traction est parfois nécessaire et souvent utile.

III. — L'organisation des services de traction doit être confiée à l'industrie privée.

La pensée qui se dégage de ce rapport, c'est que, sur les canaux

français en particulier, et surtout sur les canaux à grande circulation, le service de la traction doit être monopolisé et concédé à l'industrie privée, moyennant certaines taxes.

Cette thèse est développée avec talent et appuyée sur des arguments sérieux.

D'autres documents encore ont été déposés sur le bureau de la Section, au cours des séances.

ÉTUDES DE M. MAURICE LÉVY.

Au nom du Gouvernement français, M. Maurice Lévy, inspecteur général des ponts et chaussées de France, fait hommage au Congrès du premier volume de son ouvrage, intitulé : *Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux.* Le volume comporte la description détaillée du halage funiculaire, ainsi que les règles d'application déduites de l'expérience de Charenton.

NOTE DE M. DEBEIL.

M. Debeil, ingénieur en chef, directeur des ponts et chaussées de Belgique, présente une note ayant pour titre : *Touage et remorquage sur la Meuse canalisée et sur le canal de Liège à Maëstricht.*

Ce document renferme des renseignements du plus grand intérêt :

La *Meuse canalisée* comporte :

Entre Liège et la frontière française, 12 écluses, de 12 mètres de large sur 100 mètres de longueur utile;

Entre Liège et Namur, 8 écluses, de 9 mètres sur 62 mètres.

Il est question d'agrandir ces dernières écluses et de leur donner le format de celles qui existent sur l'autre section.

En temps normal, le mouillage est de 2 m. 10 au minimum.

La fréquentation de cette voie est actuellement de 660,000 tonnes.

Le touage sur câble a été essayé en 1868; il n'a pas réussi. C'est aujourd'hui le remorquage qui est en faveur. Il existe actuellement, sur la Meuse canalisée, 20 remorqueurs, d'une puissance de 20 à 60 chevaux. Les trains se composent, en général, du remorqueur et de 4 bateaux de 280 à 300 tonnes chacun; ces trains mettent moins d'une heure à franchir les grandes écluses, et une heure et demie pour franchir les petites.

La voie est fréquentée par les bateaux de Meuse, façonnés aux deux bouts, jaugeant 280 à 300 tonnes, et par les péniches, de même port, mais beaucoup plus lourdes. La vitesse réalisée est fort différente, suivant la composition du convoi; il en est de même des redevances perçues par les remorqueurs, lesquelles sont d'ailleurs librement débattues. En régime normal, les barrages étant relevés, un convoi de bateaux de Meuse, à la remonte, chemine en plein bief à raison de 4 kilomètres à l'heure, et paye en moyenne pour le remorquage 2 fr. 10 par kilomètre et par bateau, pour les petites distances, et 0 fr. 84 pour les grandes distances (Liège à Sedan, 215 kilomètres), ce qui ramène le prix de la traction par tonne kilométrique aux environs de 7 et 3 millimes. Dans les mêmes conditions, les convois de péniches ne prennent qu'une vitesse de 2 kilom. 500, et les redevances sont majorées de plus de 60 p. 100.

Sur le *canal de Liège à Maëstricht,* qui ne comporte que des écluses de petit format (62 mètres sur 7 mètres), le remorquage existe également, mais il est moins pratiqué. La fréquentation est de 700,000 tonnes.

Sur la *Sambre canalisée* (écluses de 40 m. 80 à 45 m. 65 sur 5 m. 20, et tonnage de 700,000 tonnes), le remorquage n'est pas usité.

DOCUMENTS PRÉSENTÉS PAR M. WATSON.

M. William WATSON, secrétaire du Congrès international de navigation tenu à Chicago en 1893, a présenté divers documents,

intéressants à plus d'un titre, mais surtout en ce qui concerne l'historique des applications de l'électricité au touage. Il rappelle les essais faits en 1839 par le professeur Jacobi, sur la Néva. Jacobi se servait de piles ordinaires. Plus tard, on essaya, mais toujours sans succès, de substituer aux piles des accumulateurs d'électricité.

En 1888, M. Hunter, de Philadelphie, proposa l'emploi du courant emprunté à un conducteur. En 1891, M. Büsser, d'Oderberg en Prusse, imagina d'installer, sur chaque bateau ayant à parcourir le canal à desservir, un léger moteur électrique empruntant le courant, à l'aide d'un trolley, sur un fil isolé établi le long de la berge. Le moteur actionnerait, soit une poulie de touage prenant appui sur une chaîne noyée, soit une hélice montée dans le gouvernail. Nous verrons tout à l'heure que des idées analogues ont germé, presque en même temps, dans l'imagination de plusieurs ingénieurs.

II. — Discussions en section et en séance générale.

La quatrième question a été soumise aux délibérations de la 2e Section du Congrès.

La Section était présidée par M. van Zuylen, ancien colonel, chef du génie militaire aux Indes orientales néerlandaises. L'honorable président dirigeait les débats avec une précision, une autorité et aussi une amabilité auxquelles tous nos collègues se sont plu à rendre hommage. Les discussions avaient lieu en français et en allemand; c'était ordinairement M. Schromm, conseiller du gouvernement autrichien, qui remplissait les fonctions d'interprète, et il s'acquittait de cette mission avec autant de talent que de bonne grâce.

Après un court résumé du rapport présenté par MM. de Mas et Hirsch, la parole est donnée à M. Galliot, ingénieur des ponts et chaussées de France.

Touage dans le souterrain de Pouilly. — M. Galliot décrit l'installation du touage électrique au souterrain de Pouilly, sur le bief de partage du canal de Bourgogne. Cette installation a été décrite dans plusieurs publications [1]; je n'ai donc pas à y revenir en détail. Je rappellerai seulement les points essentiels du système.

Le courant électrique est produit par deux chutes d'eau, utilisant l'eau envoyée au bief de partage pour l'alimentation du canal. Ces chutes d'eau mettent en mouvement des turbines actionnant des dynamos; il y a une usine productrice de courant à chacune des extrémités du bief de partage; le courant est envoyé dans un conducteur, qui parcourt le souterrain et les tranchées aux abords. Le toueur porte une dynamo réceptrice, qui emprunte le courant à l'aide d'un trolley et actionne une roue à empreintes prenant appui sur une chaîne noyée. Le souterrain étant à simple voie, la circulation se fait par convois, marchant alternativement dans un sens et dans l'autre.

Cette installation, dont il n'existait encore aucun exemple, soulevait par sa nouveauté des problèmes nombreux et délicats, qui ont été résolus avec talent et habileté par les auteurs du projet, M. Fontaine, ingénieur en chef, et M. Galliot, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées. Depuis sa mise en service, en août 1893, le système fonctionne de la manière la plus satisfaisante.

Toueur à adhérence magnétique. — M. de Bovet décrit les modifications qui ont été apportées au toueur à adhérence magnétique *l'Ampère*.

On connaît les dispositions de ce remarquable outil, dans lequel l'adhérence sur la chaîne est obtenue par attraction magnétique. Nous aurons d'ailleurs à revenir sur ce dispositif ingé-

[1] *Annales des ponts et chaussées*, 1893, 2e semestre, p. 990, 7e série, t. VI; *Génie civil*, 1893, t. XXIV, p. 22; *Congrès de navigation de Chicago; Rapport au Congrès de la Haye sur la 4e Question*, par MM. de Mas et Hirsch.

nieux, qui semble résoudre pratiquement l'une des grosses difficultés du touage.

Divers projets de halage sur les canaux. — M. DE BOVET donne ensuite la description d'un appareil magnétique qu'il a étudié en vue de la traction des bateaux isolés sur les canaux. Cet appareil se rapproche, par certains points, de celui qu'avait proposé M. Büsser (voir ci-dessus p. 122), en ce sens, qu'il emprunte le courant électrique, à l'aide d'un trolley, à des conducteurs disposés le long de la berge; ces conducteurs sont chargés par des usines fixes, convenablement espacées le long de la voie navigable. L'appareil récepteur, fort léger, est installé sur le bateau pour le parcours de la section à desservir. Il se compose d'une dynamo actionnant une poulie, laquelle prend appui sur une chaîne noyée. L'adhérence est obtenue par l'aimantation de cette poulie : c'est là le point essentiel, et d'une importance capitale, qui différencie le système de M. de Bovet de celui de M. Büsser.

M. GALLIOT a cherché, par une voie différente, la solution du même problème : son propulseur est une hélice logée dans un petit bateau remplaçant le gouvervail; l'appareil est actionné par une dynamo, empruntant le courant à des conducteurs fixes. On voit, ainsi que l'a fait remarquer M. Watson, que l'appareil repose sur les mêmes principes que l'un de ceux proposés par M. Büsser. Il est bien remarquable de voir les mêmes solutions s'imposer à la fois à des ingénieurs travaillant isolément sur les mêmes questions.

En déposant son *Étude sur les moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux* [1], M. Maurice LÉVY résume rapidement les résultats qu'il a déduits de la grande expérience de halage funiculaire faite sur le canal de Saint-Maurice. Le seul inconvénient

[1] Voir le *Compte rendu d'une mission*, par MM. Maurice LÉVY et G. PAVIE, Ministère des travaux publics, direction des routes, de la navigation et des mines (Imprimerie Nationale).

qui se soit présenté, dans cette application pratique, c'est le vrillage du câble. Le système va d'ailleurs être appliqué sur une section du canal de l'Aisne à la Marne, et l'on verra si l'inconvénient en question a toute la gravité qu'on lui suppose.

En terminant, M. Lévy donne quelques indications sur un système de propulsion individuelle qu'il étudie : deux béquilles, placées à l'arrière du bateau, se déplaçant alternativement à la façon d'un homme qui marche, et prenant appui sur le plafond du canal.

A la suite de ces communications, la Section a procédé à l'étude de la résistance au mouvement des bateaux. Je n'ai pas à parler de cette question.

COMMUNICATION DE M. DEBEIL.

La délibération sur la question de la propulsion ayant été reprise, M. Debeil donne lecture de l'intéressante note que j'ai résumée précédemment (p. 120).

ANALYSE DU RAPPORT DE M. STIELTJES.

M. Stieltjes n'ayant pu assister aux séances de la Section, le rapport qu'il a présenté (p. 117) est analysé par un des assistants, qui fait ressortir la similitude complète existant entre les conclusions de M. Stieltjes et celles proposées par MM. de Mas et Hirsch.

VOTE DES PROPOSITIONS.

Après discussion, ces conclusions sont adoptées dans la forme qui est donnée ci-après (p. 126).

Restait à examiner la question soulevée par M. de Bovet dans son rapport (p. 119), et relative à la monopolisation du service de la traction, principalement sur les canaux. Les opinions étaient assez partagées. M. Stieltjes ainsi qu'on l'a vu, est absolument

opposé à tout monopole; d'autres membres penchaient, au contraire, pour une organisation centralisée de l'exploitation, au moins dans certains cas. A titre transactionnel, et sur la proposition de M. de Bovet, la Section adopte la résolution dont on trouvera ci-après le texte (p. 127).

DÉLIBÉRATION EN SÉANCE PLÉNIÈRE.

En séance plènière du Congrès, la délibération sur la quatrième question s'est bornée à un résumé, présenté par le rapporteur, des discussions qui avaient eu lieu en section, et à l'adoption des résolutions proposées sous la forme ci-après :

1re *Résolution.* — « A la suite d'une discussion approfondie, le Congrès de Paris a recommandé certaines études intéressant à un haut degré la navigation intérieure, savoir :

« Continuation des recherches expérimentales sur la résistance des bateaux à la traction, suivant les méthodes pratiquées par MM. Caméré, Clerc et de Mas;

« Étude du vrillage dans le halage funiculaire;

« Expériences sur le touage électrique;

« Étude sur l'organisation économique de la traction.

« La 2e Section a constaté avec satisfaction que, depuis le Congrès de Paris, la plupart de ces questions ont fait des progrès notables, qu'elles se sont précisées et mûries; que, même, des solutions partielles sont intervenues.

« Toutefois la Section estime qu'il y a lieu de continuer les études dans la même direction. Elle a donc l'honneur de proposer que les mêmes questions soient maintenues dans le programme du prochain Congrès de navigation.

« En outre, pour tenir compte des faits acquis, elle pense qu'il y a lieu d'insister spécialement sur les recherches à faire en vue de l'installation du touage électrique sur les canaux. »

2^e^ *Résolution* (1).

3^e^ *Résolution.* — « La 2^e^ Section, estimant qu'en certains cas la monopolisation du service de la traction sur les voies navigables peut répondre à un intérêt général, propose de soumettre cette question aux délibérations du prochain Congrès. »

III. — Appréciations personnelles.

Conformément à la tradition établie lors des précédents congrès, je vais essayer de déduire, des études faites à la Haye, les conséquences qui peuvent s'appliquer utilement à l'exploitation du réseau navigable de notre pays. Les sources d'information sont assez nombreuses; les discussions en séance de section, les documents de toute nature si libéralement distribués aux membres du Congrès, les faits observés, soit dans les excursions, soit dans les voyages, comportent des enseignements sérieux.

Voies navigables de la Hollande. — Jetons d'abord un coup d'œil sur le réseau des voies navigables de la Hollande. Ce réseau, dans son ensemble, présente un caractère bien particulier, et diffère à plus d'un point de vue de notre réseau français.

Le sol de la Hollande, plat, marécageux, est en grande partie à un niveau inférieur à celui de la mer; c'est l'estuaire commun à trois grands fleuves, le Rhin, la Meuse et l'Escaut, dont les bras se multiplient, divaguent et s'entrecroisent, en dessinant les contours d'îles et de presqu'îles multipliées.

Il a fallu des siècles de persévérance et des travaux colossaux pour amener ces terrains vagues, fangeux et submergés, à l'état de culture, pour fixer le lit des nombreux bras de rivières, pour répartir les eaux entre eux, pour assurer dans les chenaux des mouillages réguliers. Il faut chaque jour des soins attentifs et une

(1) Voir le rapport de M. de Mas.

surveillance impeccable pour empêcher les eaux d'envahir leur ancien domaine, les maintenir suspendues, pour ainsi dire, au-dessus des plaines et en tirer parti pour enrichir ces territoires qui semblaient, de par la nature, voués à une éternelle misère.

Ces merveilleux résultats sont dus tout entiers à la ténacité, à l'esprit de suite, qui est la dominante du caractère hollandais. Les congressistes ont retrouvé cette empreinte indélébile, non seulement dans les travaux et sur le terrain, mais encore dans les documents qui leur ont été distribués, dans les délibérations, dans les entretiens amicaux avec les ingénieurs hollandais, et surtout dans la magistrale communication faite par M. Conrad à la séance d'inauguration. Qu'il s'agisse de dessèchements, de canaux intérieurs, de canaux maritimes ou d'autres ouvrages, c'est avec une tranquille fermeté que les Hollandais projettent des travaux, qui doivent donner leurs fruits au bout de vingt, trente ans ou plus, qu'ils les entreprennent, qu'ils les mènent à bonne fin, et qu'une fois achevés ils soutiennent, jour à jour, la lutte incessante d'un entretien, dont la moindre défaillance entraînerait des catastrophes. Lorsqu'on étudie les travaux publics des Pays-Bas, on ne peut s'empêcher d'admirer cette méthode de travail, si simple, si pratique, si féconde en résultats; c'était l'un des sujets ordinaires de nos conversations; et ces entretiens se terminaient souvent par de tristes retours sur ce qui se passe en d'autres pays, bien plus généreusement dotés par la nature que cette pauvre Hollande que ses habitants ont faite si riche et si prospère!

Dans son état actuel, le réseau navigable des Pays-Bas se compose :

Dans la partie maritime, de nombreux estuaires, bras de mer, golfes, cours d'eau régularisés et canaux accessibles aux navires;

Dans l'intérieur, de fleuves et affluents, recoupés par des canaux artificiels, qui les mettent en communication entre eux et avec les voies consacrées à la navigation maritime. Ces canaux, fort multipliés, servent soit au drainage, soit à la navigation;

la partie navigable à elle seule comporte un développement de 3,300 kilomètres.

En dehors des voies maritimes, certains canaux sont taillés pour porter des bateaux comparables, comme proportions, à nos péniches; un grand nombre, principalement utilisés pour l'écoulement des eaux, desservent le trafic local et ne comportent que des barques de faible tonnage.

Même sur les canaux de navigation intérieure proprement dits, le gabarit est très variable : les dimensions des bateaux naviguant sur les diverses sections passent de 22 m. × 5 m. × 1 m. 30 à 80 m. × 10 m. 50 × 2 m. 60, avec un grand nombre d'échantillons intermédiaires. Les écluses sont, en général, très espacées.

Du rapport de M. Stieltjes, j'extrais quelques renseignements intéressants :

« Le transport des voyageurs sur les voies navigables des Pays-Bas mérite une mention spéciale. Ce transport s'effectue par bateaux à vapeur, non seulement sur le Rhin et ses bras, sur l'Escaut et sur le Zuyderzée, mais aussi sur les canaux.

« Ces bateaux à vapeur ont de grands avantages : les transports se font à bon marché, le voyage est commode et agréable, les bateaux traversent les villages bâtis le long des canaux dans toute leur étendue et pénètrent jusque dans les villes, et la vitesse est assez grande.

« Aussi il y a des contrées en Frise et surtout en Hollande où le bateau à vapeur forme le seul moyen de transport, parce que le chemin de fer est trop éloigné, tandis que les digues, le long des canaux, sont trop étroites pour les transports par terre.

« De même, pour beaucoup d'endroits situés le long des rivières, le bateau à vapeur est le moyen de transport par excellence; il est même indispensable pour les habitants des îles de la Hollande méridionale et de Zélande, de la Flamande zélandaise, etc.

« Il y a aujourd'hui environ 130 compagnies ou entrepreneurs,

qui ont installé des services réguliers de bateaux à vapeur pour ces transports.

«Les bateaux à vapeur de la Compagnie néerlandaise ont les dimensions suivantes : longueur, 71 à 73 m. 40; largeur, 13 à 14 m. 30; tirant d'eau en charge, 1 m. 02 à 1 m. 40. Les machines ont une puissance de 100 à 120 chevaux; les bateaux les plus grands peuvent transporter 1,500 personnes à la fois. Les bateaux à vapeur faisant le service entre Rotterdam et Gorinchem sont de 80 à 100 chevaux; ils ont une longueur de 45 à 60 mètres et peuvent transporter ordinairement 200 à 300, souvent 500 à 800 personnes; la longueur varie de 20 à 50 mètres, le tirant d'eau de 1 m. 10 à 2 m. 25.

«Les dimensions des bateaux à vapeur circulant sur les canaux sont plus petites; la longueur varie de 15 à 35 mètres; elle est souvent de 20 à 25 mètres; le tirant d'eau varie de 1 mètre à 1 m. 50 et monte à 1 m. 80. Ces bateaux peuvent souvent transporter 80 à 100, mais quelquefois 150 à 200 personnes; ordinairement ils sont de 12 à 20 chevaux, mais il y en a qui ne sont que de 6 à 8 chevaux.

«Sur les *grachten* (canaux) des villes, les bateaux sont souvent poussés au moyen d'un croc ou halés à bras d'homme. On se sert aussi du croc là où il s'agit de déplacer de petits bateaux sur les petits canaux et cours d'eau dépourvus de chemin de halage, dans les «polders». Le halage, souvent à bras d'homme, et malheureusement aussi à bras de femme, est exercé sur quantité de canaux, quand les bateaux ne sont pas arrangés pour faire voile, ou bien si les canaux ne permettent pas la navigation à la voile. Dans ce cas, les bateaux d'un certain tonnage ou ceux qui demandent une plus grande vitesse sont halés par des chevaux. La plupart des canaux sont pourvus de chemins de halage, du moins d'un côté du canal.

«La navigation à la voile est très usitée; beaucoup de canaux, traversant des petits lacs ou suivant les cours d'eau autour des

desséchements, sont suffisamment larges pour permettre, dans ce pays plat où il y a presque toujours du vent, de naviguer à la voile.

« A côté des bateaux à voiles, il y a une quantité croissante de bateaux à vapeur.

« Sur les canaux, on ne trouve que des bateaux à hélice, sauf de rares exceptions; le nombre des bateaux à vapeur de toute espèce actuellement en service sur les rivières, les canaux et le Zuyderzée peut être évalué à 1,250.

« Les bateaux de voyageurs ou de marchandises et les remorqueurs sont mus par la vapeur. Pourtant on a installé récemment de petites machines à pétrole sur plusieurs petits bateaux partant à un temps réglé. Ces machines, d'une puissance de quelques chevaux, agissent sur l'axe de l'hélice par l'intermédiaire de courroies. Ces machines, construites dans les ateliers de M. van Rennes, à Utrecht, d'après son système, ont donné des résultats très satisfaisants. »

Par les détails qui précèdent, on peut voir que, sur le réseau hollandais, les conditions sont loin d'être les mêmes que sur le réseau français; le caractère spécial de ce réseau peut se résumer en quelques points :

Prépondérance des voies de navigation maritime et des grands cours d'eau ou nappes d'eau navigables;

Fonction plus secondaire attribuée aux canaux de navigation intérieure et diversité du format de ces canaux.

Examen des procédés de traction. — En dépit de ces différences importantes, un accord remarquable s'est produit entre les ingénieurs des deux nations sur les questions de traction, de propulsion; les conclusions ont été les mêmes des deux parts; elles se sont traduites, presque sans débat, par les résolutions préparées en section et votées en séance générale.

Je vais les examiner d'un peu plus près.

Ces questions peuvent être envisagées soit au point de vue purement technique, comme l'ont fait dans leur rapport MM. de Mas et Hirsch, soit au point de vue économique et administratif, à l'exemple de M. de Bovet; on peut aussi, comme M. Stieltjes, étudier à la fois les deux aspects du problème, qui sont d'ailleurs liés étroitement l'un à l'autre.

Étude technique. — Je commencerai par l'étude technique, en examinant successivement ce qui a trait aux rivières et aux canaux.

Navigation sur les rivières. — Sur nos fleuves et cours d'eau, la circulation se fait soit en convoi, soit par bateaux isolés.

Bateaux isolés. — La navigation par bateaux isolés, contrairement à ce qui se passe en Hollande, est chez nous presque l'exception. Les bateaux isolés transportent des voyageurs et quelquefois des marchandises. Un petit nombre seulement de nos rivières se prêtent à ce genre de navigation, et seulement sur des sections d'étendue modérée; les autres ont trop de pente ou un volume d'eau insuffisant. La concurrence des chemins de fer a porté un coup funeste à cette industrie, qui ne laissait pas, sur certains cours d'eau, que d'être florissante. Des services de voyageurs, quelques-uns fort actifs, sont exploités aux abords ou dans l'intérieur de quelques grandes villes, et utilisent un matériel très perfectionné de bateaux à vapeur. Mais, en pareille matière, les conditions locales exercent une influence tellement décisive, qu'il serait difficile de tirer de cette étude quelque indication un peu générale. Il est donc inutile d'insister sur ce point.

Navigation par convois. — La navigation par convois est au contraire largement pratiquée. Sur les rivières à courant libre,

elle s'opère sans difficulté; sur les rivières canalisées, les ouvrages ont été aménagés en vue de ce mode de transport.

Le convoi se compose d'un certain nombre de bateaux, traînés par un moteur mécanique. A côté des bateaux de rivière, qui sont principalement appropriés au trafic local, on y voit figurer les bateaux de canal, lesquels sont susceptibles, grâce à l'homogénéité du gabarit de nos canaux, de passer d'un bassin dans l'autre et de parcourir, sans rompre charge, des distances considérables.

C'est là un fait d'une grande importance, et dont il est nécessaire de tenir un large compte, lorsque l'on étudie la navigation sur les voies de notre pays.

Le moteur est ordinairement un remorqueur ou un toueur.

Les travaux de canalisation exécutés sur nos grands cours d'eau ont imprimé un vigoureux élan à l'industrie du remorquage. Nos remorqueurs sont aujourd'hui très perfectionnés comme puissance, comme économie et comme facilité de manœuvre. Ils se sont emparés d'une grande partie du trafic et font aux toueurs une concurrence sévère. Le remorqueur jouit, bien plus que le toueur, d'une grande liberté d'allures; il est libre non seulement dans ses manœuvres, mais aussi dans ses relations avec les bateliers, vis-à-vis desquels il a toute indépendance pour discuter les prix des services qui lui sont demandés.

Lorsque le tirant d'eau est suffisant et le courant faible, il possède une supériorité incontestable.

Lorsque le courant est rapide, le toueur, à la remonte, reprend tout l'avantage, parce qu'il utilise de façon bien plus complète la puissance motrice de sa machine. A la descente, le fonctionnement sur chaîne devient difficile et même dangereux.

Il ne faut pas oublier que le touage comporte des impedimenta fort gênants, dont le remorqueur est affranchi : c'est en premier lieu, la chaîne, qui devient parfois encombrante pour la manœuvre; c'est le capital représentant les dépenses d'établissement

et d'entretien de cette chaîne, lequel pèse lourdement sur les finances de l'entreprise; ce sont surtout les conditions, parfois rigoureuses, imposées par l'acte de concession. Le touage est surtout pratiqué sur les cours d'eau qui arrosent le bassin de Paris; il y a connu des jours prospères. La situation a été rendue plus difficile par la concurrence des compagnies de remorquage. Aussi les anciens appareils, construits presque au début, n'ont guère été renouvelés et sont, pour la plupart, encore en service. Le point d'appui est pris sur une chaîne noyée, au moyen de deux tambours parallèles et animés de vitesses égales, sur lesquels la chaîne fait plusieurs circonvolutions en allant de l'un à l'autre. Le câble métallique, essayé autrefois sur quelques cours d'eau, a été abandonné en France, comme il l'est d'une manière à peu près générale à l'étranger.

Avec le système de prise d'adhérence que je viens de rappeler, le jet et la reprise de la chaîne sont des opérations longues et pénibles; on cherche à les éviter par divers artifices, tels que le troquage des convois ou l'interposition de nabots sur la chaîne. Mais ces artifices eux-mêmes sont loin d'être sans inconvénients.

Touage par adhérence magnétique. — Cette difficulté est grave pour le touage. M. de Bovet a proposé de la résoudre au moyen d'un procédé aussi simple qu'ingénieux, qui a été appliqué au toueur *l'Ampère* par la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise. Sur *l'Ampère*, le double tambour est remplacé par une simple poulie à gorge, aimantée par une bobine électrique; la chaîne, au lieu de plusieurs circonvolutions, ne fait qu'une fraction de tour sur cette poulie; l'attraction magnétique est assez puissante pour créer, entre la poulie et la chaîne, une adhérence suffisante. Il devient dès lors très simple de jeter la chaîne ou de la mettre en place; l'opération est facile et de peu de durée.

L'Ampère est muni d'une hélice; il peut donc fonctionner

comme remorqueur à la descente; en outre, le jeu de l'hélice facilite beaucoup certaines manœuvres, même à la remonte [1].

L'Ampère a été mis en service dans le courant de l'année 1893. Depuis cette époque, il s'est comporté de la manière la plus satisfaisante. La Compagnie a mis récemment en construction deux autres toueurs du même type, en y apportant les améliorations de détail que la pratique a indiquées.

Halage sur les canaux. — J'arrive à la traction sur les canaux.

Cette question est d'une importance extrême pour notre navigation intérieure. La constitution de notre réseau n'est pas la même que celle du réseau de la Hollande et des autres pays; les artères principales, parcourues par les grands courants de trafic, sont chez nous, non pas des fleuves, des rivières ou des bras de mer, mais des canaux artificiels, que les cours d'eau naturels relient entre eux. C'est donc sur l'exploitation des canaux que devraient se porter de préférence les premiers perfectionnements.

Jusqu'à ce jour, il n'en a pas été ainsi. La traction sur nos canaux se fait encore par les procédés les plus rudimentaires : on se sert de chevaux, de mulets, d'ânes; parfois on voit s'atteler à la remorque, comme des bêtes de somme, des hommes ou même, spectacle odieux, des enfants et des femmes!

Certains ont essayé de soutenir cette thèse étrange, que la traction animale, voire la traction humaine, est, de tous les procédés de halage, le plus économique, — qu'il n'y a rien à chercher au delà.

Halage mécanique. — Cette opinion est trop facile à combattre.

[1] Voir la description de *l'Ampère* dans le rapport de MM. DE MAS et HIRSCH, p. 13, ainsi que dans le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 4e série, t. VIII, *1893* p. 549; MOLINOS et DE BOVET, *Rapport au Ve Congrès international de navigation intérieure; La Lumière électrique*, 8 octobre 1892; *Revue industrielle*, 15 octobre 1892; *Génie civil*, 26 novembre 1892; *Bulletin de la Société des ingénieurs civils*, novembre 1892.

Ce n'est pas ici le lieu de montrer combien elle est fausse et le peu de solidité des calculs sur lesquels elle s'appuie. Disons seulement qu'elle a eu contre elle le sentiment unanime de nos collègues réunis à la Haye dans la 2e Section du Congrès; et il est difficile de trouver sur cette question tribunal plus compétent. Tous ont été d'avis que la traction animale a fait son temps, qu'elle doit être remplacée à bref délai sur les canaux par la traction mécanique, comme elle l'a déjà été sur les rivières. Seul le halage mécanique a le pouvoir de donner aux transports par eau l'économie, la célérité et la régularité, qui leur permettront de soutenir avec avantage la concurrence des chemins de fer. Ajoutons, pour ce qui intéresse notre pays, que le halage mécanique est seul capable de mettre enfin en valeur l'admirable réseau navigable dont la France est sillonnée.

Toutefois on peut prévoir que cette évolution nécessaire ne se fera pas sans rencontrer des obstacles.

Notre système tout entier de navigation sur les canaux a, comme point de départ, la traction animale. Le remplacement de ce mode de halage entraînera, non seulement un remaniement des installations de la voie et de ses accessoires, mais surtout, ce qui est plus long et plus difficile, une transformation profonde dans les usages et habitudes, ainsi que dans les idées ayant cours dans le public.

Systèmes proposés. — Quoi qu'il en soit, des tentatives sérieuses ont été faites pour résoudre la question de la traction mécanique. Dans les divers pays qui sont parcourus par des canaux, en France, en Amérique, en Hollande, en Allemagne, des systèmes ont été étudiés récemment, et, phénomène remarquable mais qui n'a rien de surprenant, des ingénieurs de différents pays, travaillant isolément et à l'insu les uns des autres, ont été amenés à des solutions presque identiques entre elles.

Laissant de côté les projets vaguement esquissés et ceux qu'on

peut regarder comme ayant définitivement avorté, nous restons en présence de quelques solutions qui ont pris du corps, qui permettent d'espérer le succès et peuvent être prises en sérieuse considération; je vais les passer rapidement en revue.

En premier lieu, le *halage funiculaire* (1), entre les mains de M. Maurice Lévy, a été l'objet de perfectionnements considérables; il a, de plus, été soumis à une expérience pratique de longue durée sur le canal Saint-Maurice, et les résultats de cette expérience sont fort encourageants.

Le *touage électrique* (2) a été étudié en Allemagne par M. Büsser, en France par M. de Bovet, qui propose d'y appliquer son ingénieuse invention de la poulie à adhérence magnétique.

La propulsion électrique (3) à l'aide d'une hélice actionnée par une dynamo est proposée par M. Büsser et par M. Galliot.

Ces trois procédés exigent l'installation sur la berge d'une transmission d'énergie, mécanique ou électrique; c'est dire qu'ils comportent des dépenses assez élevées de premier établissement; ils ne sauraient donc être à leur place que sur des sections de canaux où le trafic est très actif.

Puisque nous sommes à l'application de l'électricité au halage, il convient de rappeler ici la remarquable installation faite par MM. Fontaine et Galliot, au bief de partage du canal de Bourgogne (4).

Si de cette expérience, couronnée d'un plein succès, on rapproche celle, non moins heureuse, faite sur *l'Ampère* par M. de Bovet, on ne peut s'empêcher d'en tirer d'heureux présages.

Il importe néanmoins de tenir compte de cette circonstance,

(1) Voir Congrès de Manchester; Congrès de Paris; *Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux*, par MM. Lévy, inspecteur général des ponts et chaussées, et G. Pavie, ingénieur des ponts et chaussées; 1re partie : *Halage funiculaire*.

(2) Voir ci-dessus, p. 120 et 124.

(3) Voir ci-dessus, p. 123 et 124, et Congrès de Chicago.

(4) Voir ci-dessus, p. 123.

qu'à Pouilly comme sur la Seine, la navigation se fait en convois, ce qui n'est pas le cas ordinaire sur les canaux.

En dehors des systèmes qui empruntent à une transmission l'énergie qu'ils utilisent, il convient d'examiner ceux dans lesquels la puissance motrice est produite directement sur le bateau à mettre en mouvement. Les bateaux à vapeur ordinaires, propulsés par des roues ou des hélices, se sont peu répandus sur nos canaux; l'appareil moteur manque de légèreté. M. Stieltjes parle de bateaux mis récemment en service et mus par des machines à pétrole sortant des ateliers de M. van Rennes, à Utrecht; le système aurait donné des résultats très satisfaisants. Il recommande, en outre, l'essai de moteurs du système *Serpollet* ou d'accumulateurs électriques.

Conditions à remplir par le halage mécanique. — Ainsi que le comportent les résolutions votées à la Haye, la question reste encore à l'étude; toutefois on peut prévoir, sans trop s'avancer, que la solution n'est plus bien éloignée. Peut-être le moment est-il venu de définir avec quelque précision les conditions auxquelles doit satisfaire le halage mécanique sur les canaux : problème bien posé est à moitié résolu, dit-on; un pareil programme ne semble donc pas dépourvu d'utilité.

Il s'agit de donner le mouvement à des bateaux isolés, circulant sur un canal à écluses.

En premier lieu, l'appareil doit avoir *peu de poids,* pour ne pas diminuer la capacité de chargement; le poids à considérer comprend, non seulement l'appareil moteur, mais encore l'approvisionnement qu'il consomme pendant la durée du trajet.

Le moteur doit être *économique;* mais ce terme a besoin d'être expliqué. Avec la faible puissance qu'absorbe le mouvement d'un bateau de canal, les consommations sont toujours faibles et n'entrent pas pour une forte part dans le prix de la traction; ce qui coûte cher, c'est l'intérêt, l'entretien et le renouvellement du ma-

tériel; ce sont là des dépenses qui croissent rapidement, lorsque le rendement du mécanisme est défectueux; l'économie doit donc être recherchée avant tout dans l'élévation du rendement.

La *vitesse* imprimée au bateau sera notablement supérieure à celle que l'on obtient à l'aide des moteurs animés, de manière à améliorer l'utilisation du matériel, laquelle est déplorable dans les conditions actuelles.

L'appareil devra être *robuste,* simple et facile à conduire; il ne faut pas d'ailleurs s'effrayer outre mesure de cette condition, car la conduite des machines ordinaires est certainement plus facile, moins dangereuse et s'apprend plus vite que celle des chevaux.

La cuvette du canal, les abords des écluses et surtout le chemin de halage doivent être le moins possible *encombrés* et rendus inaccessibles au halage ordinaire.

Telles sont les conditions principales qui semblent s'imposer pour l'établissement d'un halage mécanique. Elles ne sont pas telles qu'elles dépassent ce que l'on peut demander à nos mécaniciens, qui résolvent chaque jour des problèmes bien autrement délicats et compliqués.

Quelques inventeurs se sont donné, par surcroît, d'autres conditions encore. On a, par exemple, tenu à utiliser le matériel actuel, en le modifiant le moins possible. C'est ainsi qu'on a proposé de constituer le moteur à l'aide d'un appareil mobile, qu'on installerait sur le bateau pour son parcours sur la section machinée et qu'on rentrerait ensuite en magasin, en rendant le bateau à sa liberté et aux moyens primitifs de halage. Il est certain qu'à titre transitoire, il y a là un desideratum auquel il serait utile de satisfaire. Mais une fois la traction mécanique définitivement acclimatée sur nos canaux et dotée, d'une manière générale, des agencements qu'elle comporte, il n'est pas douteux que les véhicules devront s'accommoder, dans toutes leurs parties, au nouvel état de choses : on ne songerait plus, aujourd'hui, à faire

courir sur les rails de nos chemins de fer les voitures qui circulent sur les routes ordinaires.

Dans les systèmes proposés jusqu'à ce jour, nous avons vu que la puissance est délivrée à l'organe de traction par deux procédés différents : ou bien elle est développée directement sur le bateau, ou bien elle lui est communiquée à l'aide d'une transmission courant le long de la berge.

Le procédé par *transmission* (halage funiculaire, touage et propulsion électrique) comporte non seulement l'installation de la transmission elle-même, mais encore la construction d'usines génératrices d'énergie, élevées en assez grand nombre le long de la voie à desservir.

Le prix de premier établissement est élevé, les dépenses d'exploitation sont assez considérables; le procédé ne peut donc s'appliquer que sur les voies à grand trafic, ce qui restreint beaucoup la généralité et, par suite, la portée du système. Il soulève aussi une autre objection, qui n'est pas sans importance : l'énergie développée dans les usines centrales, ayant à subir des transformations nombreuses et à parcourir de longues distances, il y a forcément des déperditions, et le rendement mécanique est peu satisfaisant.

La production directe de la puissance sur le bateau (systèmes de Rennes, Serpollet [1], etc.) présente d'autres inconvénients. Les appareils sont plus lourds et semblent exiger la présence d'un personnel plus exercé. Ce procédé a pour lui l'avantage d'être plus général que le précédent, en ce sens qu'il peut s'appliquer également à des voies à trafic intense et à circulation moyenne. D'autre part, l'industrie est aujourd'hui en possession de moteurs à la fois légers, simples et consommant peu, c'est-à-dire remplissant la plupart des conditions désirables en pareil cas.

[1] Nous ne parlerons pas des accumulateurs d'électricité, qui n'ont pas été essayés d'une manière suivie, et qui, d'ailleurs, dans l'état actuel, ne semblent guère se prêter à ce genre d'emploi.

Entre le procédé par transmission et le procédé par production directe du travail, il semble actuellement difficile de se prononcer d'une manière définitive.

Quant à l'organe de traction lui-même, il prend appui, ou bien sur l'eau, comme l'hélice et les roues à palettes, ou bien sur un point fixe, chaîne, câble ou autre. Le premier mode laisse à désirer au point de vue du rendement, à cause du recul considérable qu'il paraît difficile d'éviter. Le deuxième mode est bien plus favorable comme rendement; il soulève quelques objections d'ordre pratique. Si l'on se sert d'une chaîne noyée, la prise d'adhérence n'est pas très simple; peut-être aussi est-il nécessaire de poser deux chaînes, l'une pour l'aller, l'autre pour le retour, ce qui ne va pas sans de sérieux inconvénients; à moins qu'on ne trouve des moyens de jeter et reprendre très simplement la chaîne au croisement des bateaux, ce qui ne paraît pas impossible. Le passage des écluses a besoin d'être étudié. Ces difficultés ne semblent pas bien graves; un examen attentif, accompagné d'expériences pratiques, permettrait sans doute de les surmonter. Si j'ai cru bon de les rappeler, c'est afin de rendre un compte exact de l'état actuel de ces sortes de questions.

En somme, tout semble indiquer que le problème de la traction mécanique sur les canaux, considéré au point de vue technique, comporte dès maintenant des solutions satisfaisantes.

Étude économique. — Ce n'est malheureusement pas le problème technique qui est le plus difficile à traiter : le problème administratif et industriel est beaucoup moins avancé, et sera sans doute bien moins aisé à résoudre.

Circulation sur les rivières. — Je n'ai pas à insister sur les questions que soulève la navigation sur les cours d'eau, soit canalisés, soit à l'état naturel; elles peuvent être considérées, dans leur ensemble, comme résolues de façon satisfaisante. Un point

cependant mérite de fixer l'attention; c'est la concurrence que se font aujourd'hui le touage et le remorquage.

En posant une chaîne au fond d'une rivière, une compagnie de remorquage prend, dans une certaine mesure, possession d'une partie du domaine public; il y a création en sa faveur d'un monopole de fait. Comme contre-partie, à la concession de ce monopole sont attachées des charges, définies par l'acte de concession. En pareille matière, la rédaction du cahier des charges est chose délicate; les conditions insérées peuvent, suivant les circonstances, devenir tellement onéreuses qu'elles entraînent la chute de l'entreprise. Sur la Seine; on a éprouvé de graves difficultés, lorsque les travaux d'amélioration exécutés sur ce fleuve eurent permis au remorquage de se développer librement; les remorqueurs, beaucoup plus indépendants, firent au touage une concurrence désastreuse.

Il ne faut pas croire d'ailleurs que cette concurrence et les conséquences qu'elle entraîne tournent tout entières au profit du public. Si le touage venait à manquer, les remorqueurs ne seraient plus en état de faire le service en temps de crue; c'est-à-dire que la régularité des transports, élément essentiel de la prospérité, ferait totalement défaut.

Traction sur les canaux. — J'arrive à la traction sur les canaux; c'est là, pour notre pays, le véritable nœud de la question. Pour conserver à cette étude son caractère de généralité, je laisserai de côté les cas particuliers, tels que l'exploitation des sections à simple voie, et celle des canaux à circulation très active, où le problème se pose sous une forme spéciale.

En thèse générale, il semble qu'en fait de halage la célérité dans les transports soit la condition nécessaire de l'économie, et que ces deux éléments soient absolument corrélatifs l'un de l'autre. En effet, le halage mécanique comporte forcément un matériel perfectionné et, par conséquent, d'un prix élevé. Ce matériel ne

peut se payer qu'à l'aide d'une utilisation active, au grand bénéfice des transports par eau.

En application, l'activité doit se traduire, non seulement par un accroissement de la vitesse en marche, mais surtout par la suppression ou l'atténuation des temps perdus, tels que : durée des éclusages, arrêts pendant la nuit, jours de planche, etc., dont s'accommode, sans de trop graves inconvénients, le matériel informe et rudimentaire actuellement en usage. Le halage mécanique entraîne donc avec lui, comme conséquence nécessaire, toute une organisation économique et administrative, qui est incompatible avec les errements suivis jusqu'à ce jour; à défaut d'une pareille organisation, tous les avantages que l'on est en droit d'espérer du nouveau système de traction deviendraient complètement illusoires.

Je n'insisterai pas sur les considérations de cet ordre; j'ai eu l'occasion de les développer dans mes rapports antérieurs; il semble d'ailleurs que l'accord est aujourd'hui bien établi sur ce point important.

Du monopole de la traction. — J'arrive maintenant à une grave et difficile question, qui a été posée par le Congrès de Paris, réservée par le Congrès de la Haye et renvoyée par lui à l'examen des congrès ultérieurs : il s'agit de la monopolisation du service de la traction.

Sur certaines sections de canal, lorsque la voie est encombrée, soit par un excès de trafic, soit par une insuffisance de capacité, le monopole s'impose comme mesure de police : tel est le cas ordinaire dans les grands souterrains des canaux ou autres passages offrant des conditions analogues. C'est dans ce sens que doit s'interpréter la résolution adoptée à la Haye, sans aucune opposition.

Mais cette solution doit-elle être étendue et généralisée ? Le point est douteux et discuté; les Congrès de Paris et de la Haye

n'ont pas osé la trancher. M. de Bovet, comme conclusion à son remarquable rapport, penche pour l'affirmative. M. Stieltjes se prononce nettement contre le monopole. Le désaccord est complet et presque brutal. Et cependant les habiles avocats de ces deux causes opposées s'appuient l'un et l'autre sur des arguments graves et dignes d'attention. L'étude de ces arguments contradictoires est intéressante au plus haut degré.

Ce qui frappe principalement M. de Bovet, c'est la question de l'utilité générale. Il se préoccupe avant tout de rechercher les moyens propres à obtenir, des voies existantes, la meilleure utilisation possible, à les mettre en pleine valeur. A la question posée sur ce terrain, il est difficile de faire une autre réponse que celle proposée par l'auteur : la monopolisation du service de la traction s'impose, comme elle s'est imposée sur les chemins de fer. Et comme, ainsi que l'expérience le prouve tous les jours, l'État n'est guère propre à gérer les industries de cette nature, c'est le monopole par concession que propose M. de Bovet.

Si M. Stieltjes est d'un avis opposé, c'est qu'il a toujours en vue le réseau hollandais, qui diffère du nôtre par des caractères essentiels; c'est aussi qu'il redoute les troubles profonds qu'un changement de système ne manquerait pas de jeter dans l'industrie si intéressante de la batellerie.

On me demande mon appréciation personnelle. Je vais l'indiquer, mais avec toutes les réserves que comporte un sujet aussi délicat.

Il me semble, suivant l'opinion de M. de Bovet, que lorsque l'exploitation de nos voies navigables aura atteint son état normal, que la traction mécanique sera installée à peu près partout, il sera difficile d'échapper au monopole, malgré tous les inconvénients qu'il peut présenter.

Mais c'est là une situation qui ne peut guère se produire que dans un avenir assez éloigné, alors que la période inévitable de la transformation et des tâtonnements, aussi bien techniques qu'ad-

ministratifs, aura été franchie; période longue, troublée, pleine de retours et de hasards. Jusqu'à ce qu'elle soit passée, il serait d'une haute imprudence de bouleverser de fond en comble les habitudes et les mœurs, de jeter au rebut le matériel énorme qui flotte sur nos eaux, si défectueux et arriéré qu'il puisse être. A ce point de vue, je me rapproche beaucoup des idées de M. Stieltjes. La transformation est inévitable; elle est éminemment salutaire dans ses résultats ultimes, mais il faut éviter qu'elle soit ruineuse pendant la période intermédiaire.

Peut-être n'est-il pas impossible d'atteindre ce but. L'administration semble être appelée à jouer ici un rôle de première importance. Elle a d'ailleurs manifesté en plusieurs circonstances, et en particulier lors des expériences de halage funiculaire sur le canal de Saint-Maurice, et de celles si bien conduites par M. de Mas, quel intérêt elle porte à la question et combien ses dispositions sont libérales et généreuses.

Les ingénieurs de l'État, appuyés par l'Administration, peuvent exercer une influence considérable, définir les conditions générales du problème et en activer la solution.

Toutefois, il semble que l'initiative privée soit mieux en situation de constituer la formule définitive des transports perfectionnés. Ici encore l'Administration peut intervenir de la manière la plus efficace. Quelle peut-être la forme de cette intervention? En dehors des encouragements d'ordre pour ainsi dire moral, tels, par exemple, que les conseils techniques des ingénieurs de l'État, qui vont tout naturellement aux entreprises de cette nature, l'action administrative s'exerce immédiatement par une concession et un cahier des charges. Les clauses peuvent être plus ou moins rigoureuses. Pour la question qui nous occupe, j'estime qu'elles doivent être très libérales. Il ne faut pas oublier en effet qu'il s'agit d'essais plus ou moins hasardeux, que des conditions trop sévères courraient le risque d'étouffer l'entreprise dans l'œuf.

Je n'entrerai pas dans le détail, qui m'entraînerait beaucoup

trop loin, mais je crois utile d'indiquer quelques dispositions qui paraissent nécessaires.

Une entreprise qui se constituerait pour faire le service mécanique sur un canal devrait, en dehors des conditions d'usage général, jouir de certains droits destinés à assurer la célérité des transports, célérité indispensable à la réussite de l'opération. Parmi ces droits, on peut mentionner les suivants :

Droit de trématage sur les bateaux à traction animale;

Droit de circulation de nuit.

Il faut, en outre, que la concession ne soit pas exclusive de la faculté, pour le concessionnaire, de faire des transports pour son propre compte et par ses propres moyens. Il y a connexité étroite entre l'instrument de traction, le véhicule traîné et l'organisation matérielle et commerciale des ports; ces divers éléments d'un même mécanisme doivent être en constante harmonie et, par suite, réunis sous une direction commune. Faire de la traction l'objet d'une entreprise spéciale, strictement limitée à cette opération, c'est, à moins de cas exceptionnels, compromettre gravement le succès final.

Reste à tenir compte de la situation actuelle et à ménager la transition au nouvel état de choses. Parmi les mesures que l'on peut recommander à cet effet, il convient d'indiquer les suivantes :

Les bateliers conserveront le droit de circuler avec leurs propres moyens; et, à cet effet, les chemins de halage seront laissés libres et encombrés le moins possible par les engins de la traction mécanique; le tout, sous réserve du droit de trématage, dont il a été précédemment question.

Le bateau halé mécaniquement pourra être astreint, s'il en est requis, à donner aux bateaux qu'il dépassera la remorque jusqu'à la prochaine écluse, moyennant rétribution et sous réserve des possibilités du service.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Pour résumer les considérations qui précèdent, je reproduirai d'abord les conclusions d'ordre technique qui figuraient à la suite du rapport préparé par MM. DE MAS et HIRSCH en vue du Congrès de la Haye.

Rivières. — « D'une rivière à l'autre, et même d'une section à l'autre d'une même rivière, les procédés de navigation varient dans des limites étendues.

En ce qui concerne les bateaux voyageant isolément, leurs dispositions, leurs dimensions, leur mode de propulsion dépendent essentiellement des circonstances locales et de la nature du trafic à desservir. Au point de vue qui nous occupe, il paraît bien difficile de tirer de cet ensemble des conclusions un peu générales, sans tomber dans le vague et l'indécision.

« On peut presque en dire autant au sujet de la navigation par convois. Il est vrai que, dans la formation des convois, il entre des bateaux de canal d'un gabarit assez uniforme; mais ces bateaux se trouvent mélangés à d'autres véhicules, ayant des formes et des dimensions très diverses. D'ailleurs l'appareil de traction, quel qu'il soit, est nécessairement approprié à la voie à parcourir; autrement dit, c'est un instrument essentiellement local.

« Néanmoins, il ne sera pas inutile de rappeler ici la concurrence très active qui s'est élevée sur divers cours d'eau, et en particulier sur la Seine, entre le remorquage et le touage; cette concurrence, dont, au point de vue du bas prix momentané des transports, on pourrait être tenté de se féliciter, est au fond pleine de dangers et peut conduire à des conséquences désastreuses : elle porte en elle des causes profondes d'instabilité des prix et, par suite, les germes d'une désorganisation définitive de la batellerie.

« Entre les deux outils de traction, qui l'un et l'autre rendent des services si importants, la lutte est loin d'être égale. Parmi les

conditions qui les différencient, il en est une qui prime toutes les autres : le remorqueur est indépendant; le toueur est lié par une concession et un cahier des charges. Ces faits ne doivent pas être perdus de vue.

« Au point de vue purement technique, un progrès important a été réalisé depuis le dernier Congrès : c'est la mise en service du nouveau toueur à adhérence magnétique.

Canaux. — « En ce qui concerne le halage sur les canaux, il s'est également accompli, depuis le dernier congrès, un fait d'une grande importance : l'installation du touage électrique au bief de partage du canal de Bourgogne.

Ces deux applications de l'électricité à la navigation, venues en même temps et couronnées l'une et l'autre de succès, sont du plus heureux augure.

« Néanmoins le problème de la traction sur les canaux ne peut être considéré comme résolu : à Pouilly, la navigation se fait en convois, et la question qui se pose en matière de canaux est celle des bateaux isolés.

« Il faut remarquer d'ailleurs que cette question ne saurait être considérée comme exclusivement technique : pour être bien résolu, le problème aurait besoin d'être nettement posé; or il se complique de considérations nombreuses, étrangères à l'art de l'ingénieur, et dont il n'est pas permis de faire abstraction, même en se tenant strictement à l'étude du halage.

« C'est ainsi que, dans l'état actuel des choses, les frais de traction ne constituent que la moindre partie du prix du transport; les autres dépenses croissent, non pas avec la distance, mais avec le temps.

« Pour les réduire de façon notable, il ne suffirait pas d'augmenter la vitesse; il faudrait surtout gagner sur les temps perdus, qui revêtent les formes les plus variées; c'est là, avant tout, une affaire d'administration et d'organisation économique.

« A quelque point de vue que l'on se place, il semble que la traction mécanique, substituée au halage à l'aide des chevaux ou des hommes, soit la véritable solution de l'avenir, que seule elle soit en pouvoir de donner sa valeur au magnifique réseau des voies navigables qui couvre notre pays. Mais, avant d'en arriver là, que d'obstacles à surmonter! Bouleversement d'antiques habitudes, déplacements d'intérêts importants et respectables, conflits économiques et administratifs, etc. C'est une transformation profonde, presque une révolution.

« En dépit de ces difficultés, le problème se poursuit avec ardeur. A l'heure actuelle, il semble que deux solutions se disputent la préférence. L'une, le halage funiculaire, a été soumise à une expérience pratique et prolongée qui, malgré quelques mécomptes de détail, a permis d'apprécier la grande valeur du système; l'autre, le touage magnéto-électrique, n'est encore qu'à l'état de projet, mais, eu égard aux récents progrès des industries électriques et aux données de la question, elle paraît présenter des chances sérieuses de succès. »

PROPOSITIONS À SOUMETTRE AU CONGRÈS.

« Le Congrès de Paris, à la suite d'une discussion approfondie sur les procédés de traction, a posé, en forme de conclusion, un certain nombre de questions à résoudre. Depuis la clôture du Congrès, ces questions ont fait l'objet d'études; elles se sont précisées et mûries. Cependant on ne saurait dire que des solutions formelles soient intervenues.

« Nous estimons donc que les mêmes questions sont encore à maintenir dans le programme des études des congrès de navigation. En outre, pour tenir compte des faits récemment acquis, nous pensons qu'il y a lieu d'insister sur les recherches à faire en vue d'installer sur les canaux la traction électrique. »

Ces propositions, comme on l'a vu, ont été adoptées par le Congrès.

En ce qui concerne les considérations d'ordre économique et administratif précédemment présentées, on peut les résumer comme il suit :

Traction mécanique sur les canaux. — « La traction mécanique sur les canaux constitue un problème du plus grand intérêt pour notre pays. Il y a lieu d'encourager les recherches qui seront faites pour le résoudre. S'il vient à se constituer des entreprises sérieuses en vue d'installer le halage mécanique sur les canaux, les clauses à insérer aux cahiers des charges devront être assez libérales pour ne pas compromettre le succès; toutefois, la liberté de la circulation pour la batellerie ordinaire devra être réservée. »

Paris, le 12 juin 1895.

J. HIRSCH.

4e Question.

RÉSISTANCE À LA TRACTION DES BATEAUX.

(Compte rendu par M. B. DE MAS, ingénieur en chef des ponts et chaussées.)

Ce sujet revient deux fois dans le programme des travaux du Congrès :

A la première question : *Construction des canaux de navigation permettant une exploitation à grande vitesse,* qui comprend le paragraphe ci-après : *Formes et dimensions de la section du canal permettant à un bateau d'une section immergée donnée de réaliser une vitesse voulue avec le moindre effort de traction;*

A la quatrième question : *Traction et propulsion sur les canaux, sur les rivières canalisées et les rivières à courant libre,* où se trouve le paragraphe suivant : *Influence de la forme des bateaux et de l'état de leur surface sur la résistance à la traction.*

La première question vise plus particulièrement l'influence de la voie sur la résistance, et la quatrième, l'influence du véhicule. Ce ne sont là, en somme, que deux aspects différents d'un même sujet; il a paru qu'il ne serait pas sans intérêt de grouper dans un compte rendu unique ce qui a trait à l'un et à l'autre, en se reportant aussi bien aux travaux de la 1re Section (1re question) qu'à ceux de la 2e (4e question), pour en retenir tout ce qui concerne la résistance à la traction des bateaux.

ANALYSE DES RAPPORTS PRÉSENTÉS AU CONGRÈS.

Trois rapports ont été présentés sur la première question respectivement par MM. Grœhe, inspecteur des travaux hydrauliques à Münster-en-Wesphalie, Dérôme, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Compiègne, et Wortman, ingénieur de deuxième classe du Waterstaat à Assen.

M. Grœhe, en ce qui concerne l'influence des formes et des dimensions de la section du canal sur la résistance à la traction des bateaux, se borne à constater que malgré les nombreuses expériences qui ont été faites jusqu'ici, il n'a pas été encore possible d'en tirer des formules qui puissent être appliquées avec sécurité pour calculer cette résistance d'après la section immergée des bateaux, aux différentes vitesses d'exploitation.

M. Dérôme émet tout d'abord l'avis que le texte de la question doit être légèrement modifié. S'il s'agissait effectivement de déterminer le profil courant d'un canal qui permît *à un bateau d'une section immergée donnée de réaliser une vitesse voulue avec le moindre effort de traction,* on serait conduit à adopter un profil mouillé qui pût être pratiquement assimilé à une nappe d'eau indéfinie, à lui donner des dimensions qui seraient généralement irréalisables. Le problème pratique doit consister à chercher le profil correspondant non pas au moindre effort, mais à un effort déterminé. Même réduit à ces termes, il n'est pas actuellement susceptible de solution,

car pour le résoudre il faudrait connaître *les relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et la section immergée des bateaux, d'une part, la surface et la forme de la section mouillée, d'autre part.* Or les expériences faites par M. l'ingénieur en chef DE MAS infirment toutes les formules usitées jusqu'ici pour calculer la résistance à la traction des bateaux soit en eau indéfinie, soit dans les canaux, et il serait prématuré de vouloir en établir d'ores et déjà d'autres à la place.

Ce qu'on sait depuis longtemps, c'est que la résistance à la traction diminue rapidement à mesure que s'accroît le rapport *n* de la section mouillée du canal à la surface de la partie immergée du maître-couple du bateau. M. DERÔME a eu l'occasion de le vérifier par la pratique pour divers canaux où la valeur de *n* varie de 2.89 (type normal des canaux français) à 3.74 (canal de Saint-Quentin). Or on peut augmenter la section mouillée d'un canal en augmentant soit sa largeur, soit sa profondeur; il serait donc très intéressant d'étudier l'influence respective de la largeur et de la profondeur de la section mouillée sur la résistance à la traction des bateaux. M. DERÔME estime que cette étude se rattache aux recherches entreprises par M. DE MAS et en forme le complément naturel.

M. WORTMAN se borne à une constatation du même genre que celle faite par M. GROBBE, mais il y a lieu de relever un fait intéressant dans le tableau qu'il donne des dimensions d'un certain nombre de canaux hollandais choisis parmi les plus importants. Dans ce tableau la valeur de *n* est établie : 1° *théoriquement,* en rapprochant le profil prévu pour le canal de la section au maître-couple des plus grands bateaux dont les règlements autorisent la circulation; 2° *pratiquement,* en rapprochant le profil réel de la section au maître-couple des plus grands bateaux qui circulent effectivement.

Théoriquement, les valeurs de *n* varient de 1.80 à 5.30. Pratiquement, elles ne descendent pas au-dessous de 2.87 (la valeur correspondant au type normal en France est 2.89) et elles s'élèvent

jusqu'à 30 par suite de ce fait que nombre de canaux construits autrefois en vue de la navigation maritime ne servent plus maintenant qu'à la navigation fluviale.

Trois rapports ont été présentés sur la quatrième question respectivement par MM. Hirsch et de Mas, ingénieurs en chef des ponts et chaussées à Paris, par M. de Bovet, directeur de la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise, et par M. Stieltjes, membre du Comité de surveillance des chemins de fer des Pays-Bas.

Dans les deux derniers rapports, la question de la résistance à la traction des bateaux n'a pas été examinée. Dans le premier, elle a été traitée spécialement par M. l'ingénieur en chef de Mas; mais il paraît inutile de donner ici une analyse de son rapport, elle ferait double emploi avec l'exposé du sujet qui a été fait devant la Section et qui sera reproduit plus loin.

Il faut encore citer, pour être complet, une communication (rapport imprimé) de M. Mendès Guerreiro, ingénieur en chef à Lisbonne, qui a été rattachée à la première question et qui aurait pu l'être, avec plus de raison peut-être, à la quatrième. Elle contient, en effet, la description de divers types de bateaux qui naviguent sur le Tage et fréquentent le port de Lisbonne. On y relève un petit fait qui témoigne de l'importance attachée, au point de vue de la résistance, à l'état de la surface des carènes. M. Guerreiro expose que pour les bateaux fluviaux à grande vitesse, l'état de la surface de la carène sous l'eau est très soigné. On la peint tous les six mois et quelquefois tous les trois mois, *en y ajoutant, par-dessus la couleur, une légère couche de suif*[1].

EXAMEN EN SECTION.

En ce qui concerne la résistance à la traction des bateaux, la 1re Section s'est bornée à entendre le résumé du rapport de

[1] Il est de tradition que les mariniers du Rhône, lors des régates, ont coutume d'oindre d'huile la coque des embarcations qui doivent prendre part aux courses.

M. Derôme, et à adopter sur sa proposition, un vœu tendant à la continuation des expériences entreprises par M. l'ingénieur en chef de Mas.

Dans la 2e Section, au contraire, la question a été traitée avec certains développements. Appelé à donner un résumé de son rapport, M. de Mas a fait l'exposé suivant :

Si un bateau flotte sur une nappe d'eau douce indéfinie dans tous les sens, la résistance totale à la traction de ce bateau dépend d'éléments multiples, de sa vitesse par rapport à l'eau, de ses dimensions, de ses formes, de l'état de sa surface, mais tous ces éléments appartiennent au bateau lui-même. Si sur une autre nappe d'eau douce également indéfinie dans tous les sens, le bateau se retrouve dans des conditions identiques, la résistance totale sera la même; elle constitue ce qu'on peut appeler la *résistance propre* du bateau.

Si, au contraire, ce bateau s'engage dans une voie navigable de dimensions limitées, dans un canal, par exemple, sa résistance à la traction se modifie; elle augmente, mais elle devient fonction à la fois d'éléments qui sont propres à l'embarcation et d'éléments qui dépendent de la voie particulière dans laquelle elle se trouve. La manière la plus intéressante de présenter les résultats constatés dans ce dernier cas est de les comparer avec ceux obtenus en eau indéfinie; de considérer la résistance du bateau dans une voie à dimensions limitées comme égale à sa *résistance propre* multipliée par un coefficient qui représente l'influence de la voie considérée. De là ces deux termes, d'un emploi fréquent, de *résistance propre* d'un bateau et de *coefficient de résistance* particulier à telle ou telle voie navigable.

Les expériences faites en 1890, 1891 et 1892 sur une partie de la Seine, qui peut, sans erreur sensible, être assimilée à une nappe d'eau douce indéfinie dans tous les sens, ont eu pour résultat de déterminer la *résistance propre* d'un certain nombre de types de bateaux en usage.

Tout d'abord, il a été constaté que le frottement de l'eau contre les parois du bateau entrait pour une part importante dans la résistance totale. Pour une coque en bois maintenue dans un bon état de propreté, expérimentée à l'enfoncement de 1 m. 60 et présentant dans ces conditions une surface mouillée totale de 312 mètres carrés, la part du frottement, à la vitesse de 1 m. 50, a été trouvée égale à près d'un tiers de la résistance totale.

Il a été reconnu, d'autre part, que malgré cette influence du frottement et, par conséquent, de la surface mouillée totale, la résistance du bateau était, dans certaines limites, indépendante de la longueur, toutes autres choses restant égales d'ailleurs. C'est ainsi que trois flûtes présentant mêmes formes à l'avant et à l'arrière, même état de la surface, même largeur, même enfoncement, mais ayant les longueurs respectives de 20 m. 55, 30 m. 03 et 37 m. 99, ont donné aux diverses vitesses des résultats identiques.

En ce qui concerne les formes proprement dites, les expériences ont montré que les bateaux dont les extrémités présentaient un relèvement prononcé du fond offraient de très grands avantages. Pour diminuer la résistance à la traction d'un bateau, on peut être tenté soit de lui donner des extrémités très effilées qui lui permettent de *fendre l'eau,* soit de relever ces mêmes extrémités de manière qu'il puisse *monter sur l'eau,* comme disent les mariniers. Dans le premier cas, les lignes d'eau aux extrémités font des angles très aigus avec l'axe longitudinal du bateau ou même lui sont tangentes. Dans le second cas, au contraire, les lignes d'eau aux extrémités sont perpendiculaires à ce même axe longitudinal. Ce dernier système permet de réduire à peu de chose le sacrifice fait à la forme; or c'est là une considération de première importance pour des bateaux qui, destinés à naviguer sur un réseau mixte comme celui des voies navigables de France, ont leurs dimensions limitées par la nécessité de passer dans les petites écluses des canaux.

On peut conserver des coefficients de déplacement [1] supérieurs à 0.90 (variant de 0.90 à 0.95) tout en donnant aux extrémités un relèvement susceptible de réduire considérablement la résistance à la traction. On est ainsi conduit à recommander pour les extrémités des bateaux de navigation fluviale la forme de *cuiller*, et il est permis de penser qu'en adoptant cette forme on réduirait la *résistance propre* à 0.25 ou 0.30 de ce qu'elle est pour les péniches flamandes.

Les formes recommandables pour la navigation en rivière présentent-elles aussi des avantages pour la navigation en canal? Les expériences faites en 1893 sur le canal de Bourgogne ont eu pour objet d'élucider cette question. Les résultats obtenus peuvent se résumer en quelques mots : au point de vue de la résistance à la traction, les différents types conservent en canal l'ordre dans lequel ils avaient été classés en rivière. Toutefois les différences d'un type à l'autre sont moins accusées; le bénéfice des formes est moins grand; le *coefficient de résistance* du canal est d'autant plus grand que la *résistance propre* du bateau est plus faible.

Quand on emploie la traction mécanique, ce qui est le cas général pour les rivières, la diminution de la résistance peut avoir pour conséquence soit une diminution de l'effort et, par conséquent, des frais de traction, soit une augmentation de la vitesse de marche.

Quand, au contraire, on a recours à la traction animale, ce qui est encore le cas général sur les canaux, c'est sous cette dernière forme seulement que peut être recueilli le bénéfice résultant de la diminution de la résistance. On donnera une idée de l'importance de ce bénéfice en disant que dans la partie considérée du canal de Bourgogne, à l'enfoncement de 1 m. 30, par exemple, l'adoption des formes de moindre résistance permettrait, avec un

[1] Le coefficient de déplacement, rapport du déplacement réel au volume du parallélépipède rectangle circonscrit à la partie immergée de la coque, donne précisément la mesure du sacrifice fait à la forme.

attelage de deux chevaux, de porter à 0 m. 83 par seconde la vitesse de marche qui n'est que de 0 m. 64 pour une péniche flamande; l'augmentation serait de 30 p. 100 environ, ce qui ne laisse pas de constituer un sérieux avantage.

En définitive, les expériences faites en 1890, 1891, 1892 et 1893 sur la résistance à la traction des bateaux de navigation fluviale ont permis de faire, en ce qui concerne l'*influence du véhicule,* des constatations précises qui peuvent se résumer pratiquement dans la résolution suivante : «Il semble possible de construire pour la navigation intérieure des bateaux qui, tout en conservant un tonnage à peu près égal à celui des types actuellement en usage, présenteraient une résistance à la traction considérablement moindre, aussi bien sur les canaux que sur les rivières. La conséquence serait, selon les cas, une diminution correspondante de l'effort et, par suite, des frais de traction, ou une augmentation de la vitesse de marche et, par suite, une réduction de la durée des parcours.»

En ce qui concerne l'*influence de la voie,* les choses sont beaucoup moins avancées; l'étude des variations du *coefficient de résistance* est encore à son début.

Les expériences faites en 1893 sur le canal de Bourgogne ont montré, comme nous l'avons dit plus haut, que, toutes choses égales d'ailleurs, ce coefficient est d'autant plus élevé que la résistance propre du bateau est moindre. Elles ont aussi montré que ce coefficient augmente rapidement avec l'enfoncement du bateau, mais il ne faut pas perdre de vue qu'à l'augmentation d'enfoncement correspond la diminution du rapport n de la section mouillée du canal à la surface de la partie immergée du maître-couple du bateau.

Les expériences entreprises cette année (1894) et qui consistent à faire circuler un des bateaux déjà employés sur le canal de Bourgogne dans des canaux de section différente, ont précisément pour objet d'étudier comment le coefficient de résistance

varie avec *n*. Les voies navigables considérées, au nombre de quatre, ont des sections très inégales, savoir :

La dérivation de Joigny, une section moyenne		de...	41^{mq} 63
Le canal de Bourgogne,	—	de...	29 53
Le canal de la Cure,	—	de...	23 23
Le canal du Nivernais,	—	de...	19 16

Les expériences suivent actuellement leur cours; le dépouillement des observations recueillies jusqu'ici n'a pu être fait, en temps utile, avec les soins nécessaires; il est donc impossible de donner dès maintenant des résultats définitifs. Toutefois et à titre d'indication, il n'est peut-être pas sans intérêt de communiquer au Congrès les chiffres approximatifs ci-après, relatifs à une série d'essais prise comme exemple. Le bateau d'expérience circulant à l'enfoncement de 1 m. 30 sur les voies considérées, les valeurs de *n* ont été respectivement de :

6.39 — 4.54 — 3.57 et 2.94;

pour la vitesse de 0 m. 75 à la seconde, les coefficients de résistance correspondants seraient :

1.14 — 1.80 — 2.09 et 3.60.

M. Debeil, ingénieur en chef à Liège, chargé du service de la Meuse canalisée et du canal de Liège à Maëstricht, donne des détails au sujet du développement du remorquage sur la première de ces voies navigables. — Un essai de touage sur câble noyé y a été tenté sans aucun succès. — Le remorquage est complètement libre; par suite de la concurrence, le tarif des prix de traction est variable, mais il est assis sur des bases rationnelles, tenant compte de l'état des eaux et des formes des embarcations. Ces dernières appartiennent à deux types, la péniche flamande qui réalise le minimum du sacrifice fait à la forme, et le bateau de Meuse, dont les extrémités relevées et effilées se rapprochent sensiblement de la forme de cuiller. Pour des embarcations de tonnage égal (de

280 à 300 tonnes), les prix de traction par kilomètre exigés pour les péniches et les bateaux de Meuse sont dans le rapport de 1.66 à 1.00. Étant donné que, par suite de certaines dépenses constantes, les frais de traction ne peuvent pas être absolument proportionnels aux efforts, M. Debeil voit dans ce fait une confirmation remarquable des résultats des expériences de M. de Mas.

La forme de cuiller aux extrémités, très avantageuse au point de vue de la résistance n'a-t-elle pas quelques inconvénients au point de vue de la facilité de manœuvrer, de gouverner? La question a été assez longuement débattue sans donner lieu, d'ailleurs, à aucune conclusion formelle.

M. Schromm, inspecteur de la navigation à Vienne, expose que des bateaux d'une forme analogue à celle proposée ont été essayés sur le Danube; ils obéissaient mal au gouvernail; on a dû munir l'avant d'une étrave verticale, et depuis ils gouvernent très bien.

M. Sachsenberg, constructeur de navires à Rosslau-sur-l'Elbe, déclare qu'il a fourni, pour les rivières non régularisées et à faible mouillage de l'Amérique du Sud, au Chili, en Bolivie, etc., de nombreux bateaux à vapeur avec roue motrice à l'arrière, ayant les extrémités en forme de cuiller. Ces bateaux gouvernent très convenablement, sauf à les munir d'un double, et même exceptionnellement, d'un triple gouvernail. La seule condition essentielle est que l'arrière soit conformé de telle sorte que l'eau arrive facilement sur le gouvernail, sans en être écartée par aucun obstacle.

M. Debeil fait observer que les bateaux de Meuse, dont la forme se rapproche beaucoup de celle proposée par M. l'ingénieur en chef de Mas, gouvernent bien.

M. Rigaux, ingénieur en chef à Charleville, confirme le fait en ce qui concerne la Meuse française, et M. Galliot, ingénieur à Dijon, cite comme concluants, dans le même sens, des essais qu'il a faits sur le canal de Bourgogne.

Finalement la Section a adopté la résolution proposée par M. de Mas au cours de son exposé.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE.

En séance plénière, le Congrès a adopté sans discussion les résolutions proposées par la 1re Section sur la 1re question; celle qui porte le n° 2 est ainsi conçue :

«La 1re Section du Congrès international de navigation intérieure émet le vœu que les expériences entreprises par M. l'ingénieur en chef DE MAS en vue de déterminer les relations qui existent entre la vitesse, l'effort de traction et la section immergée des bateaux, d'une part, la surface et la forme de la section mouillée des canaux, d'autre part, soient continuées assez activement dans les différents pays pour que la Commission d'organisation du prochain congrès puisse poser utilement la question suivante : *Déterminer le profil courant d'un canal qui permette à un bateau dont la forme et la section sont données de réaliser une vitesse voulue avec un effort de traction déterminé.*»

«La 1re Section estime que les expériences dont il s'agit devront porter notamment sur l'excès de résistance qui se produit lors du croisement des bateaux, tant en alignement droit, qu'au passage des courbes.»

Le Congrès a de même adopté, en séance plénière, les résolutions proposées par la 2e Section sur la 4e question. La première résolution reproduit implicitement celle qui est transcrite ci-dessus [1]. La deuxième, qui se rapporte spécialement à la résistance à la traction des bateaux, est ainsi conçue;

«D'après les expériences de M. DE MAS, encouragées d'une ma-

[1] «*Ire Résolution.* — A la suite d'une discussion approfondie, le Congrès de Paris a recommandé certaines études intéressant à un haut degré la navigation intérieure, savoir :

«Continuation des recherches expérimentales sur la résistance des bateaux à la traction, suivant les méthodes pratiquées par MM. CAMBRÉ, CLERC et DE MAS;

. . . .

«La 2e Section . . . .
a donc l'honneur de proposer que les mêmes questions soient maintenues dans le programme du prochain congrès de navigation . . . .

nière si libérale par l'Administration française, il semble possible de construire, pour la navigation intérieure, des bateaux qui, tout en conservant un tonnage à peu près égal à celui des types actuellement en usage, présenteraient une résistance à la traction considérablement moindre, aussi bien sur les canaux que sur les rivières. La conséquence serait, selon les cas, une diminution correspondante de l'effort et, par suite, des frais de traction, ou une augmentation de la vitesse et, par suite, une réduction de la durée des parcours. »

Paris, le 29 avril 1895.

5ᵉ *Question.*

PÉAGES SUR LES VOIES NAVIGABLES.

(Compte rendu par M. Dardenne, ingénieur des ponts et chaussées.)

CHAPITRE PREMIER.

ANALYSE DES RAPPORTS PRÉSENTÉS AU CONGRÈS.

Le Comité d'organisation du VIᵉ Congrès avait défini comme suit le programme de la cinquième question :

« Fournir des données sur les points suivants :

« Taux des péages; influence de la distance parcourue, du tonnage du bateau, de la nature, de la valeur et de la quantité des marchandises transportées. Classification des marchandises. Exemption ou modération de péage pour les bateaux circulant à vide. Mode de perception. Contrôle. Redevance pour la manœuvre des écluses, des barrages et des ponts. Redevance supplémentaire pendant la nuit. »

Quatre rapports ont été fournis par :

M. Hatscheck, syndic de la Chambre de commerce de Magdebourg; M. Dufourny, ingénieur principal des ponts et chaussées à Bruxelles; M. Renaud, ingénieur des ponts et chaussées à Paris; M. Deking-Dura, ingénieur en chef de la province d'Overyssel.

RAPPORT DE M. HATSCHECK.

M. Hatscheck s'attache, en premier lieu, à préciser le *caractère des droits de navigation*. Il pose tout d'abord en fait que ces droits ne doivent jamais devenir des impôts, et que ni l'État ni les administrations provinciales ou communales ne doivent entreprendre aucuns travaux de navigation dans un but de spéculation. Les droits ne doivent d'ailleurs pas être basés sur l'importance plus ou moins grande des dépenses qu'aura entraînées la création ou l'amélioration d'une voie navigable. Ils doivent être en rapport avec les avantages que les travaux procurent aux intéressés. L'industrie et le commerce sont appelés à bénéficier desdits travaux d'une façon plus ou moins indirecte, sans qu'il soit possible, en général, de les faire intervenir dans le payement des droits de navigation. L'État lui-même réalise des bénéfices indirects, par suite des augmentations d'impôts qu'entraîne l'extension de l'industrie ou du commerce. A tous égards, les péages doivent donc, suivant M. Hatscheck, ne représenter qu'une partie seulement de l'avantage économique que la création ou l'amélioration de telle ou telle voie navigable procure à la batellerie.

Étant donné ce principe, *quel doit être le taux des péages*, et *quelle limite convient-il d'assigner aux droits de navigation?*

M. Hatscheck signale, en passant, les fluctuations de l'opinion publique en Allemagne et du gouvernement allemand en matière de droits de navigation. Jusqu'à ces temps derniers, on n'avait jamais songé à retirer des droits ni l'amortissement partiel ni même l'intérêt du capital de premier établissement; bien plus, les péages

restaient inférieurs aux frais d'entretien. Mais l'on tend aujourd'hui, notamment en Prusse, à majorer les anciens péages. Pour l'année 1893-1894, les recettes afférentes aux canaux de la Marche ne dépassent pas encore d'une manière sensible les dépenses d'entretien; pour le canal projeté qui doit relier l'Elbe et le Rhin, il est question de prévoir des droits assez élevés pour que les recettes représentent 3.5 p. 100 du capital engagé; pour le canal du Centre, qui doit relier le canal Dortmund-Tinshafen à l'Elbe et au Weser, on a même parlé d'assurer un notable amortissement du capital. Lorsque la Chambre prussienne a été saisie du projet d'un canal de Dortmund au Rhin, le Gouvernement lui-même a admis en principe que les taxes pourraient être établies de manière à couvrir les dépenses du premier établissement.

M. Hatscheck proteste contre cette tendance qu'il attribue, tout au moins partiellement, à l'influence exercée par la direction des chemins de fer de l'État, et n'admet point que les taxes doivent représenter l'intérêt du capital engagé.

D'après un rapport présenté par M. Sympher au Ve Congrès, les droits perçus en 1892 sur l'ensemble du réseau des voies navigables allemandes ne représentaient qu'un chiffre moyen d'environ 2 pfennig (0 fr. 0025) par tonne kilométrique. M. Hatscheck admet que ce chiffre puisse, en général, être majoré sans inconvénient grave, et porté à 5 pfennig (0 fr. 006), comme on l'a proposé pour le canal (projeté) de Dortmund à l'Ems et le canal du Centre. Le tout est que la batellerie puisse continuer à lutter avec les voies ferrées parallèles à telle ou telle voie navigable; c'est, en général, une question d'espèce.

En définitive, M. Hatscheck formule les conclusions suivantes :

«Qu'il s'agisse de voies navigables dépendant de l'État, d'une province ou d'une commune, les droits de navigation ne doivent point payer intégralement l'intérêt du capital de premier établissement, ni en assurer l'amortissement; *a fortiori*, ne doivent-ils pas donner lieu à un bénéfice net. En effet, étant donnés les bénéfices

indirects que l'État est appelé à tirer de toute voie navigable réellement utile, il est équitable qu'une partie de la dépense reste définitivement à sa charge.

« Il ne faut pas que des taxes trop élevées annihilent l'avantage naturel qui résulte, pour les voies navigables, de la modicité même des prix de transport. Ceux-ci doivent demeurer inférieurs aux tarifs les plus bas des voies ferrées concurrentes. De là une limite que ne doivent pas dépasser les droits.

« Le taux des péages doit être fixé, dans chaque cas, d'après des considérations d'espèce; les faits semblent montrer toutefois qu'il convient de ne pas dépasser, en thèse générale, un chiffre de 2 à 5 pfennig par tonne kilométrique (0 fr. 0025 à 0 fr. 006). »

Ceci posé, M. Hatscheck discute les *bases d'après lesquelles doivent être perçus les droits.*

Il écarte tout d'abord comme illogiques les redevances perçues au passage des ponts ou des écluses.

Il examine ensuite les divers systèmes de taxation qui sont en usage soit en Allemagne, soit dans d'autres pays. Il montre que les droits *ad valorem,* qui sont appliqués d'une manière à peu près exclusive sur le réseau des voies navigables de la Russie, et qui ne tiennent pas compte de la distance, ne sont pas défendables. En Hollande, on applique en général des droits basés sur le *tonnage de jauge,* en exemptant partiellement ou totalement les bateaux lèges ou chargés de marchandises spéciales telles qu'engrais et fumiers, et l'on ne tient pas compte de la distance parcourue. En France, la perception des droits était basée, antérieurement à la loi de 1880, sur le *tonnage effectif* en marchandises et sur le parcours kilométrique; ce système est encore en vigueur, sauf de rares exceptions, sur les canaux concédés qui ne jouissent pas du bénéfice de la gratuité. En Allemagne, où le régime des divers canaux est très peu uniformisé, les droits sont généralement basés sur le *tonnage de jauge;* ils sont indépendants de la distance parcourue, mais tiennent compte du nombre des écluses; certains tarifs ad-

mettent d'ailleurs une réduction des droits pour le cas des bateaux lèges, ou même des bateaux incomplètement chargés. Sur le canal du Danube au Main, les droits sont calculés d'après le tonnage effectif et d'après la distance parcourue.

M. Hatscheck se prononce nettement en faveur des droits basés sur le *tonnage kilométrique* (en marchandises), tout en admettant en principe, dans le cas des grands parcours, les *tarifs à base décroissante*. Il admet que les marchandises peuvent donner lieu à une classification, pourvu que celle-ci soit aussi simple que possible et ne comprenne que trois termes :

Marchandises conditionnées;

Marchandises en vrac (blés, sucres, etc.);

Marchandises de faible valeur (charbons, minerais, fumiers, etc.).

Il résume comme suit ses desiderata :

« Les droits *ad valorem* doivent être formellement écartés.

« Les droits basés sur le *tonnage de jauge* ont l'avantage d'être d'une application simple et pratique, mais présentent des inconvénients sérieux, notamment sur les voies navigables à régime variable.

« Il convient en définitive de donner la préférence aux droits basés sur le *tonnage effectif en marchandises*, sans qu'il paraisse utile d'ailleurs de renoncer aux droits basés sur le tonnage de jauge là où ils existent, à moins que la batellerie elle-même ne le demande.

« Les tarifs doivent être basés sur le *tonnage kilométrique*, avec application d'un système à base décroissante dans le cas où la concurrence des voies ferrées justifie cette complication.

« La classification des marchandises doit être essentiellement simple, ne comprendre que trois termes au plus (marchandises conditionnées, marchandises en vrac et marchandises de faible valeur) et porter sur la totalité du chargement. »

Pour ce qui est des *exemptions et réductions des droits*, M. Hatscheck formule les conclusions suivantes :

« Les exemptions de droits et réductions doivent être aussi li-

mitées que possible. Elles sont justifiées pour les bateaux à voyageurs ainsi que pour les bateaux lèges. Il n'y a pas lieu, en général, de favoriser les bateaux de faible tonnage, ni inversement d'admettre un tarif maximum pour les bateaux de fort tonnage.

« Il convient d'écarter toute perception de redevances spéciales, afférentes aux ponts, écluses et autres ouvrages d'art, sauf toutefois pendant la nuit et sauf également le cas de trématage. »

A la fin de son rapport, M. Hatscheck dit quelques mots du *mode de perception des droits* et du *contrôle*, sans d'ailleurs formuler à ce sujet aucune observation particulièrement intéressante.

RAPPORT DE M. DUFOURNY.

Dans son rapport, M. Dufourny se borne à faire connaître quelle est la situation actuelle des voies navigables de la Belgique, au point de vue des taxes et péages. Il passe successivement en revue les divers points énumérés par le programme de la cinquième question, en indiquant le régime qui est en vigueur, d'une part sur les voies navigables administrées par l'État, d'autre part sur les voies concédées ou exploitées par les provinces ou les communes. *Il ne formule aucune conclusion.*

Cette étude, très complète, contient en outre un historique fort intéressant des transformations successives du régime, essentiellement variable à l'origine et complètement uniforme aujourd'hui, qui sert de base à la perception des droits sur l'ensemble du réseau exploité par l'État.

Ce réseau de l'État embrasse la majeure partie des voies navigables de la Belgique, qui se décomposent comme suit :

Voies exploitées par l'État		1,800 kilom.
Voies concédées		95
Voies d'intérêt secondaire.	Voies provinciales	119
	Voies communales	92
	Wateringues	101

Les voies concédées ne comprennent plus aujourd'hui que le canal de Blaton à Ath, la Dendre canalisée et le canal de l'Espierres.

Quant aux voies d'intérêt secondaire, elles n'ont pour la plupart qu'une importance restreinte, exception faite toutefois pour le canal de Bruxelles au Ruppel (canal de Willebroeck) et pour le canal de Louvain à la Dyle, qui ont été creusés respectivement aux frais des villes de Bruxelles et de Louvain.

Historique du régime des taxes afférentes aux voies navigables exploitées par l'État. — C'est au commencement du siècle que le réseau des canaux belges a reçu la plus grande extension, et cela par suite du développement des charbonnages. A l'origine, les péages furent d'ailleurs très élevés; on admettait que les droits devaient non seulement couvrir les frais d'entretien et d'exploitation, mais encore couvrir les intérêts et l'amortissement du capital engagé; les tarifs étaient établis par biefs, et représentaient en moyenne o fr. o5 à o fr. o6 par tonne kilométrique (o fr. 11 sur le canal de l'Espierres). Une certaine uniformité présidait à la fixation des tarifs dits *tarifs d'équilibre*, qui étaient indépendants de la distance parcourue.

A partir de 1819, quand l'État remit aux provinces l'administration des voies navigables, cette uniformité des tarifs disparut sous l'influence des intérêts locaux et fit place peu à peu au régime le plus disparate. Les inconvénients mêmes de cette décentralisation obligèrent l'État à reprendre, à dater de 1840, toutes les voies navigables. L'État se trouva d'ailleurs immédiatement amené à accorder des dégrèvements successifs, sous l'influence notamment de la coucurrence des voies ferrées. Toutefois c'est en 1856 seulement que les idées d'unification et de simplification des tarifs se firent jour; on commençait à se rendre compte que les tarifs d'équilibre étaient basés sur une idée fausse, que les droits de navigation ne devaient pas avoir le caractère d'un impôt, et qu'il était

injuste de maintenir des droits élevés sur des voies navigables qui avaient déjà remboursé, et au delà, les dépenses de premier établissement. Sans trancher complètement la question des péages, la loi de 1860 apporta à l'ensemble des tarifs des réductions sensibles, et d'autre part, un commencement d'unification; on adopta un péage par lieue de parcours, sans distinction de classe pour les diverses natures de marchandises, et l'on décida que les droits seraient à l'avenir répartis à raison de 3/5 par tonne de chargement, et 2/5 par tonne de jauge (dont moitié seulement dans le cas des bateaux lèges). Cette loi laissait, en fait, subsister entre les diverses voies navigables d'énormes variations de tarifs; le taux des péages variait de 1 à 4 sur les rivières canalisées, de 1 à 15 sur les canaux; sur les rivières canalisées, les péages étaient huit à neuf fois plus forts que sur tels ou tels canaux. La majeure partie de ces anomalies fut supprimée, en 1865, par une loi qui consacra le principe des péages basés sur la tonne (de chargement) kilométrique, et assigna un maximum à la taxe kilométrique; ce maximum était fixé à 0 fr. 01 pour les canaux, 0 fr. 0075 pour les rivières canalisées, et 0 fr. 002 pour les rivières. L'œuvre d'unification et de dégrèvement fut finalement complétée en 1886 et 1887 par un arrêté qui réduisit les droits à 0 fr. 005 par tonne kilométrique sur les canaux, et à 0 fr. 0016 sur les rivières.

Dans ces conditions, la recette annuelle s'élève actuellement à 1,200,000 francs pour l'ensemble du réseau d'État, alors que les dépenses d'entretien (y compris les frais de dragage et de consolidation des talus qu'exigent notamment les canaux servant à l'écoulement des eaux) ne dépassent pas 1,500,000 francs. On voit donc qu'en fait les recettes couvrent à peu près complètement les dépenses.

Comme nous l'avons dit, le rapport de M. Dufourny contient, en dehors de cet exposé historique, un exposé de la situation actuelle des droits qui répond aux diverses questions inscrites dans le programme de la cinquième question. Il nous reste à résumer

sommairement, pour chacun de ces points, les renseignements contenus dans le rapport.

Taux des péages et influence de la distance parcourue. — Sur les voies navigables exploitées par l'État, nous avons vu, d'une part, que les droits sont basés sur la *tonne kilométrique* et sur le *tonnage effectif* en marchandises, et, d'autre part, que la taxe s'élève à 0 fr. 005 sur les canaux et à 0 fr. 0016 sur les rivières. Les bateaux lèges sont exempts de droits, ou du moins ne payent qu'un droit de statistique qui est uniformément de 0 fr. 20.

Pour ce qui est des voies concédées, les tarifs appliqués sur le canal de Blaton à Ath sont des tarifs kilométriques, mais sont encore basés à la fois sur le tonnage effectif (0 fr. 024 par tonne) et sur le tonnage de jauge (0 fr. 008). Sur la Dendre canalisée, on applique des *tarifs à base décroissante,* également basés à la fois sur le tonnage effectif et sur le tonnage de jauge. Sur le canal de l'Espierres, le droit varie avec la distance parcourue, la nature des marchandises transportées et l'importance du chargement.

Sur les canaux administrés par les provinces (Flandres), les droits ont été supprimés.

De même sur diverses voies communales. Au contraire, on a maintenu jusqu'ici sur un certain nombre de ces voies communales les anciens systèmes de tarification, qui n'ont été ni simplifiés ni unifiés. Sur le canal de Willebroeck, le droit est calculé par tonne et par bief, et tient compte à la fois du tonnage, de la nature et de l'importance du chargement. Sur le canal de Louvain à la Dyle, les droits sont également fixés *par tonne et par bief,* avec réduction d'un tiers pour les bateaux lèges.

Influence du tonnage du bateau. — D'une manière à peu près générale, le *tonnage effectif en marchandises* sert de base pour la perception des droits. Nous avons signalé ci-dessus les quelques exceptions à cette règle qui subsistent encore pour quelques voies

concédées ou communales. Sur la Dendre et sur le canal de Blaton à Ath, l'enfoncement du bateau intervient en outre dans la fixation des droits.

Classification des marchandises. — Il ne reste plus trace de classification des marchandises, sauf sur le canal de Bruxelles au Rupel et sur le canal de l'Espierres, pour lesquels d'ailleurs le nombre des classes est aujourd'hui très réduit.

Exemption ou modération des péages. — Les exemptions de droits admises sur le réseau exploité par l'État s'appliquent notamment aux bateaux de l'État, aux remorqueurs, aux *allèges,* aux *bateaux lèges* qui ne payent qu'un droit de statistique de 0 fr. 20, aux *bateaux chargés d'engrais.*

Des réductions de péage sont accordées aux bateaux qui font un service régulier, particulièrement à ceux qui transportent des voyageurs.

Sur les canaux concédés et communaux, les bateaux lèges jouissent également de réductions de droits assez notables. De même, sur un certain nombre de canaux, les marchandises d'exportation ou d'importation directe jouissent de faveurs spéciales.

Redevance pour la manœuvre des écluses, des barrages et des ponts. — Ces redevances ne subsistent plus aujourd'hui que sur un petit nombre des canaux communaux des Flandres.

Redevance supplémentaire pendant la nuit. — La navigation de nuit ne se pratique pas d'une façon régulière sur toutes les voies du réseau de l'État. Sur les quelques canaux où elle est tolérée, les bateaux payent *directement*, au passage des ouvrages d'art, une redevance de 0 fr. 75 et 0 fr. 50 par éclusier ou pontier.

RAPPORT DE M. RENAUD.

De même que M. Dufourny, M. Renaud s'est contenté d'exposer,

d'une part, le régime appliqué sur le réseau de l'État antérieurement à la loi de 1880 qui a supprimé les droits de navigation, et, d'autre part, le régime actuel des péages perçus sur les principales des voies concédées qui subsistent encore, savoir le canal du Midi, le canal de la ville de Paris, les canaux de la Sambre à l'Oise et le canal de Vassy à Saint-Dizier.

Le rapport de M. Renaud ne formule aucune conclusion.

Péages perçus sur le réseau de l'État antérieurement à la loi de 1880. — Le décret de 1867 avait fixé un régime uniforme de taxes, calculées par *tonne de marchandise* et par kilomètre. Les marchandises étaient divisées en deux classes. La taxe était en outre différente, suivant qu'il s'agissait des rivières (et canaux assimilés) ou des canaux (et rivières assimilées). Les tarifs par tonne kilométrique étaient respectivement de 0 fr. 002 et 0 fr. 005 sur les canaux, de 0 fr. 001 et 0 fr. 002 sur les rivières. Les bateaux vides étaient exempts de tout droit.

Le rapport de M. Renaud contient en outre un exposé des règles appliquées pour la perception des droits et le contrôle.

Canal du Midi (279 kilomètres). — Les tarifs sont fixés par tonne et par distance de 5 kilomètres. Ils sont basés sur une classification assez compliquée qui comprend 6 articles et 16 classes, dont 4 pour les bateaux lèges et 5 pour les marchandises proprement dites; celles-ci payent, suivant la classe, 0 fr. 10 à 0 fr. 30 par tonne et par 5 kilomètres. Outre ces tarifs généraux, il existe seize tarifs spéciaux qui s'appliquent à des marchandises spéciales et à des parcours déterminés.

Les bateaux naviguant de nuit payent une redevance de 0 fr. 30 à chaque passage d'écluse.

Sur le *canal latéral à la Garonne* (213 kilomètres), qui est exploité par la même compagnie, le régime des taxes et péages est analogue au précédent; les tarifs sont d'ailleurs différents à la descente et à la remonte.

La circulation sur ces canaux a atteint 465,000 tonnes en 1892. La dépense annuelle a été en moyenne, de 1882 à 1892, d'environ 1,080,000 francs y compris les frais généraux. Les recettes moyennes annuelles se sont élevées à 1,250,000 francs, non compris une somme de 31,000 francs représentant le produit des plantations, locations, etc.

Canaux de la Ville de Paris (canal Saint-Denis, canal Saint-Martin et canal de l'Ourq). — Longueur totale : 7, 4 et 108 kilomètres.

Sur les canaux Saint-Denis et Saint-Martin, les tarifs généraux sont fixés par tonne et par écluse. (Le canal Saint-Denis comporte 7 écluses, dont 3 à grande chute, qui sont comptées pour 2 ou pour 4 écluses; le canal Saint-Martin en comporte 9.)

Les marchandises sont divisées en cinq classes; le tarif par tonne et par écluse varie entre 0 fr. 016 et 0 fr. 036 pour le canal Saint-Denis, entre 0 fr. 024 et 0 fr. 160 pour le canal Saint-Martin. Les bateaux vides sont exonérés de droits s'ils ont traversé ou doivent traverser le canal à charge; dans le cas contraire, ils payent, par écluse, une somme qui varie, suivant le tonnage de jauge, entre 1 fr. 20 et 3 francs pour le canal Saint-Denis, 1 fr. 60 et 4 francs pour le canal Saint-Martin. En dehors de ces tarifs généraux, il existe des tarifs spéciaux, très complexes, qui sont, en fait, d'une application plus fréquente que celle des tarifs généraux.

Sur le canal de l'Ourcq, les tarifs généraux sont calculés par tonne et par distance de 5 kilomètres. Ils varient, à la descente, entre 0 fr. 016 et 0 fr. 080, suivant que les marchandises font partie de l'une ou l'autre des six classes que comporte la tarification; à la remonte, toutes les marchandises payent 0 fr. 032, sauf les charbons de terre et les cokes qui payent 0 fr. 016. Les bateaux vides sont exonérés de tout droit.

Sur les trois canaux de la Ville de Paris, la navigation de nuit

donne lieu à la perception d'une redevance supplémentaire de 0 fr. 40 pour chaque écluse ou pont mobile, et cela quel que soit le tonnage du bateau.

Outre ces droits de navigation, la Ville de Paris perçoit sur les canaux Saint-Denis et Saint-Martin des droits de garage et de stationnement.

Le tonnage total des trois canaux s'est élevé, en 1892, à 3,510,000 tonnes, dont 1,687,000 pour le canal Saint-Denis et 1,079,000 pour le canal Saint-Martin.

La dépense annuelle d'entretien pour les années 1882 à 1892 atteint, en moyenne, 440,000 francs, non compris les frais généraux; ce chiffre ne tient pas compte d'une somme de 16 millions dépensée pendant la même période en travaux de grosses réparations et d'amélioration. Les recettes moyennes annuelles se sont élevées, pour les droits de navigation proprement dits, à 817,000 francs, auxquels viennent s'ajouter 265,000 francs de produits divers.

Canal de la Sambre à l'Oise (67 kilomètres). — Les tarifs généraux sont calculés par tonne et par distance de 5 kilomètres; ils varient entre 0 fr. 05 et 0 fr. 20, suivant que les marchandises rentrent dans l'une ou l'autre des six classes que comporte la tarification. Les bateaux vides payent un droit fixe de 2 francs par distance de 5 kilomètres. Aucun droit supplémentaire n'est perçu pour la navigation de nuit. Les tarifs ci-dessus comprennent le halage, que le concessionnaire assure gratuitement.

Le tonnage s'est élevé, en 1892, à 850,000 tonnes.

Dépenses annuelles d'entretien et d'exploitation : 482,000 francs en moyenne, de 1882 à 1892, y compris les frais généraux.

Recette moyenne annuelle : 843,000 francs pour les droits de navigation, non compris 26,000 francs de produits divers.

Canal de Saint-Dizier à Vassy (23 kilomètres). — Les tarifs sont établis par tonne kilométrique. Il y a quatre classes de marchan-

dises, qui payent de o fr. o3, o fr. o5 à o fr. o6. Il n'y a pas de tarifs spéciaux. Les bateaux vides payent o fr. 5o par kilomètre, quel que soit le tonnage. Aucune redevance supplémentaire n'est perçue pour la navigation de nuit.

Tonnage en 1892 : 183,000 tonnes.

Dépenses moyennes annuelles y compris les frais généraux : 24,000 francs.

Recettes moyennes annuelles : 107,000 francs, non compris 9,000 francs de produits divers.

RAPPORT DE M. DEKING-DURA.

Dans son rapport, M. Deking-Dura traite successivement les divers points qui constituent le programme de la cinquième question.

Taux des péages. — Un tableau annexé au rapport résume les renseignements relatifs aux taux des péages pour les principales voies navigables en France, en Belgique, en Angleterre, en Allemagne et dans les Pays-Bas. Il en déduit les conclusions suivantes :

1° Les péages les plus élevés correspondent aux canaux anglais;

2° Les péages sont, en général, plus élevés sur les voies concédées que sur les voies appartenant à l'État ou à d'autres corporations publiques;

3° Le taux des péages est, dans la plupart des cas, particulièrement élevé sur les canaux de faible longueur;

4° Le taux des péages des voies non concédées varie, en Belgique, entre o fr. oo2 et o fr. oo5 pour les canaux, entre o fr. oo16, et o fr. oo5 pour les rivières canalisées; dans les Pays-Bas, entre o fr. oo24 et o fr. oo65. En Allemagne (déduction faite du canal Louis), entre o fr. oo15 et o fr. o125 par tonne kilométrique;

5° Il paraît difficile de conclure d'une manière absolue et de poser comme règle que les péages ne devraient en aucun cas dé-

passer tel ou tel chiffre maximum. Cependant, étant donné que les canaux doivent notamment être à même de lutter contre la concurrence des chemins de fer pour le transport des matières pondéreuses, on peut admettre qu'un péage maximum de 0 fr. 006 par tonne kilométrique répond, en principe, au but économique que doivent remplir les canaux; encore ce maximum serait-il trop élevé pour les transports à longue distance.

Influence de la distance parcourue, du tonnage de jauge et du tonnage effectif. — Classification des marchandises. — Bateaux lèges. — M. Déking-Dura compare les systèmes franco-belge, hollandais et allemand.

En Belgique, les droits sont basés sur la tonne kilométrique (tonnage effectif en marchandises), sans distinction ni classification des diverses espèces de marchandises; toutefois le transport des engrais est exempté de tout droit. Les bateaux lèges ne payent qu'un droit de statistique de 0 fr. 20, quel que soit le tonnage. Les services réguliers jouissent de dégrèvements notables.

En Hollande, les droits sont basés sur le tonnage de jauge. Un droit fixe est perçu au passage de chaque bureau; la distance de transport n'entre donc qu'indirectement en ligne de compte. Il n'y a pas de classification des marchandises. Les bateaux lèges, les services réguliers et les bateaux chargés d'engrais ne payent en général que demi-tarif; dans certains cas, les bateaux lèges sont même exempts de tous droits. Sur certains canaux, notamment dans la Frise, les bateaux à vapeur payent un tarif majoré de 50 à 100 p. 100.

Le système allemand tient le milieu entre les systèmes belge et hollandais. Le péage est basé sur le tonnage de jauge et sur la distance parcourue; les tarifs tiennent compte de la valeur des marchandises. Jusqu'en 1892, les bateaux d'un tonnage supérieur à 155 tonnes jouissaient d'un privilège qui vient d'être aboli. On tend, en général, à demander que le tonnage effectif soit

substitué au tonnage de jauge au point de vue du calcul des taxes.

M. Deking-Dura reconnaît qu'il n'y a pas lieu de donner la préférence au système hollandais, malgré sa simplicité, notamment lorsqu'il s'agit de canaux comportant un long parcours. Dans ce cas, la tonne kilométrique (tonnage effectif) paraît constituer le régime le plus rationnel. Toutefois M. Deking-Dura estime qu'il y aurait peut-être intérêt à tenir compte jusqu'à un certain point du tonnage de jauge, étant donné que les frais de construction et d'entretien d'un canal dépendent incontestablement du tonnage des bateaux; il considère, d'autre part, comme équitable de ne pas exonérer complètement les bateaux lèges. Il se trouve ainsi conduit à préconiser une double taxation qui porterait d'une part sur la jauge des bateaux (y compris les bateaux lèges), et ne devrait pas, suivant lui, dépasser 0 fr. 10 par tonne (quelle que soit la distance) et, d'autre part, sur le tonnage effectif. Il est d'avis, en outre, qu'on ne devrait distinguer que deux classes de marchandises (matières brutes et autres marchandises). Enfin il est partisan des tarifs à base kilométrique décroissante.

Redevances pour la manœuvre des écluses, des barrages et des ponts. — Redevance supplémentaire pour la navigation de nuit. — M. Deking-Dura estime que des considérations d'ordre pratique peuvent justifier l'établissement de redevances spéciales pour le passage des ponts et surtout des barrages, ainsi que pour la navigation de nuit, à condition toutefois que le trafic n'ait pas assez d'importance pour justifier l'organisation d'un service de nuit régulier.

Mode de perception. — Contrôle. — M. Deking-Dura décrit et recommande à cet égard le système en vigueur sur les canaux de la province d'Overyssel comme donnant satisfaction aux trois desiderata suivants :

1° Arrêts aussi réduits que possible;

2° Garanties contre les fraudes et les malversations;

3° Établissement facile d'une bonne statistique de la navigation.

Conclusion. — M. Deking-Dura termine son rapport en formulant les conclusions suivantes :

« 1° Il est impossible d'indiquer un taux maximum par tonne kilométrique qui ne saurait être dépassé. Toutefois un péage de 0 fr. 005 par tonne kilométrique peut être considéré comme ne pouvant être dépassé sans inconvénient sur les canaux qui sont destinés à faciliter le transport des matières brutes à de grandes distances, et qui ont à lutter contre la concurrence des chemins de fer;

« 2° Il convient de dédoubler une taxe modérée, proportionnelle au tonnage de jauge et indépendante de la distance parcourue, applicable même aux bateaux lèges, et une taxe à base kilométrique décroissante, calculée d'après le tonnage effectif en marchandises et reposant sur une classification qui tienne compte de la nature des marchandises. Le plus souvent, il conviendra de ne distinguer que deux classes de marchandises : *a,* marchandises brutes; *b,* autres marchandises;

« 3° En principe, les redevances pour la manœuvre des écluses, barrages et ponts ne sont pas à recommander, non plus que les redevances supplémentaires pour la navigation de nuit. Toutefois des considérations d'ordre pratique peuvent dans certains cas en justifier l'établissement, à condition qu'elles ne grèvent pas d'une manière très sensible la batellerie. »

CHAPITRE II.

DISCUSSION EN SECTION.

Dans la 3e Section, MM. Renaud, Dufourny, Hatscheck et Deking-Dura ont successivement donné connaissance de leurs rapports.

M. Dufourny fait remarquer notamment que, suivant lui, le ré-

gime des péages dépend, dans chaque pays, des conditions économiques et de la concurrence des voies ferrées : d'où il résulte qu'il est impossible de formuler aucune conclusion générale.

M. Hatscheck n'admet pas cette manière de voir. Il reconnaît qu'on ne peut avoir l'illusion de fixer les bases d'un tarif général applicable sur les voies navigables de toutes les nations; mais encore peut-on et doit-on chercher à déduire de la discussion certaines conclusions d'ordre général, et poser nettement un certain nombre de principes fondamentaux. Il rappelle les conclusions contenues dans son rapport et insiste notamment sur le premier paragraphe, en demandant que le Congrès adopte une résolution libellée comme suit :

« Les droits de navigation sur les voies artificielles établies par l'État, si tant est qu'ils soient considérés comme nécessaires, ne doivent en tous cas pas atteindre un taux qui permette au Trésor public de rentrer dans les dépenses faites, intérêt et amortissement compris; car ces voies donnent naissance par elles-mêmes à d'autres profits directs et indirects pour les finances de l'État et à de nombreux avantages pour le public en général. »

M. Deking-Dura pense également, contrairement au dire de M. Dufourny, qu'il serait regrettable de ne formuler aucune conclusion. Il estime d'ailleurs que les propositions formulées par M. Hatscheck sont trop détaillées, et donne la préférence à celles contenues dans son propre rapport, en ajoutant au second paragraphe la phrase suivante :

« Pourtant les principes énoncés (taxation basée à la fois sur le tonnage de jauge et sur le tonnage effectif) ne sont pas à appliquer là où les bateaux lèges circulent déjà gratuitement et où l'on a déjà supprimé toute classification de marchandises. » Sous cette réserve, il insiste notamment sur les avantages que présente pour les longs parcours le système de taxe à base kilométrique décroissante, puis aussi sur ce fait qu'il est équitable de ne pas exonérer complètement les bateaux lèges.

M. Dufourny combat au contraire ces deux derniers points, et déclare ne pouvoir se rallier au deuxième paragraphe des conclusions de M. Deking-Dura.

M. Couvreur, vice-président de la Chambre de commerce de Paris, dépose à son tour et développe la résolution suivante :

« Le Congrès, après avoir étudié les propositions relatives au péage qui lui ont été soumises, estime qu'il n'est pas juste d'indiquer aucunes bases générales pour la fixation du taux de ces péages, la proportion entre ces taxes et le prix du fret variant suivant la situation économique de chaque pays.

« Comme, d'autre part, il est constant que dans les pays où des taxes de péages sont encore appliquées, la tendance est de les unifier et de les réduire successivement, le Congrès émet le vœu que cette réduction soit poursuivie jusqu'à l'abolition complète de toutes les taxes qui grèvent la circulation sur les voies navigables. »

Ce projet de résolution est combattu par M. Deking-Dura, président de la 3e Section, comme sortant de l'ordre du jour. Cet avis est partagé par divers membres, notamment par M. Nyssens-Hart, chef du cabinet du ministre des travaux publics de Belgique, par M. Broemel, membre du parlement allemand, par sir Edward Jenkinson et par le Dr Katz, avocat à Berlin; il est appuyé au contraire par M. Lainey, membre de la Chambre de commerce de Paris, M. Gillet, délégué de la Chambre syndicale des charbons de terre, à Paris, et M. Captier, secrétaire de la Chambre syndicale de la marine, à Paris.

Finalement M. Dufourny propose, au nom des quatre rapporteurs de la Section, le projet de résolution suivant qui clôt le débat :

« Le Congrès a cru devoir s'en tenir au programme qu'il s'était tracé.

« Il n'a pas remis en discussion la question de la gratuité ou de la non-gratuité de la circulation sur les voies navigables, fort longuement traitée à Paris; il a réservé cette question de la façon

la plus complète, et il s'est borné à rechercher quelles sont les situations de faits existant dans les différents pays, comment dans chacun d'eux a été résolue la question des péages et quelles ont été les causes déterminantes de l'état en vigueur. Il a été ainsi amené à reconnaître que, là où des péages sont maintenus, leur quantum, leur base ou leur mode de perception dépendent de causes très variables et très complexes, parmi lesquelles il faut considérer pour chaque pays son régime économique, financier et industriel, l'étendue de ses voies de communication et leur mode d'exploitation, et, pour un même pays, la nature de la voie navigable, rivière ou canal, sa longueur, son régime administratif et ses lignes concurrentes. Il est donc impossible de dégager de l'examen auquel le Congrès a procédé des lois absolues, puisqu'il s'agit de questions d'espèce et d'un ensemble de cas particuliers.

« Toutefois le Congrès a cru pouvoir émettre les vœux suivants :

« 1° Que les bases unitaires servant à la fixation des péages « dans les pays où les péages ont été maintenus soient désormais :

« La tonne de 1,000 kilogrammes (tonnage effectif en mar- « chandises);

« Le kilomètre de parcours;

« 2° Que les redevances pour la manœuvre des écluses, ponts « et barrages de jour et de nuit soient supprimées graduellement « et partout où la chose est possible;

« 3° Que la perception des droits soit faite d'une façon simple, « facile et pratique, permettant un contrôle aisé, rapide et sans « entrave pour la navigation;

« 4° Que les droits de navigation sur les voies navigables arti- « ficielles établies par l'État, si tant est que pareils droits soient « nécessaires, ne s'élèvent pas à un taux qui fasse rentrer complète- « ment le Trésor public dans les dépenses qu'il a faites, intérêt « et amortissement compris, car chaque voie navigable artificielle « donne naissance à d'autres profits pour les finances de l'État et « à de nombreux avantages pour la généralité. »

C'est sur ce texte que s'engage la discussion.

Après échange de quelques observations formulées par M. le Dr Russ, délégué du Conseil de l'Empire, à Vienne, M. Captier, M. Hatscheck et M. Robert Mitchell, vice-président du Conseil d'administration de la Compagnie de navigation du Havre à Paris, à Lyon et à la Méditerranée, — observations qui portent plutôt sur la forme que sur le fond du débat, — M. Lionel Wells, ingénieur de la Weaver, à Manchester, expose les principes qui ont présidé en 1892 et en 1893 au remaniement des taxes appliquées sur les 120 canaux existant en Angleterre. Ces canaux, qui ont un développement total d'environ 3,500 milles, appartiennent à environ 100 propriétaires; près de la moitié des canaux (1,279 milles) sont la propriété de compagnies de chemins de fer, qui n'ont point intérêt à favoriser le développement de la navigation. M. L. Wells ne pense pas que l'on puisse jamais réaliser la gratuité de la circulation sur les canaux anglais; il a donc été heureux de constater, d'après le rapport de M. Renaud, qu'en France les canaux à péage, qui ne représentent que 6 p. 100 des voies navigables, donnent en fait 20 p. 100 du tonnage total. Le trafic par eau en Angleterre ne correspond qu'à 8 p. 100 du trafic total par eau et par fer, tandis qu'en France et en Allemagne la proportion atteint 23 à 25 p. 100. Étant donné le régime imparfait des voies navigables anglaises, on est en droit de dire que les résultats actuels sont déjà considérables; il est à remarquer, en effet, que le tonnage total par eau atteint annuellement 34 millions de tonnes, alors qu'il est de 26 millions de tonnes pour l'ensemble des voies navigables de la France, bien que celles-ci aient un développement total deux fois plus considérable. C'est une raison de plus pour s'efforcer d'améliorer le régime existant, notamment par une fixation rationnelle des tarifs, de manière à favoriser le développement des transports à longue distance.

Les modifications apportées récemment aux droits de navigation ont fait faire un premier pas à la question. Bien que l'on n'ait pu

songer à adopter immédiatement des règles complètement uniformes, le système actuel se rapproche de celui des canaux à péage du réseau français. D'une manière générale, on a admis le principe du tonnage kilométrique et une classification des marchandises. M. Wells ajoute que d'après lui, et comme le prouvent également les résultats qu'a donnés en France l'amélioration de l'ensemble du réseau des voies navigables, ces travaux d'amélioration influent sur le développement de la navigation plus encore que la réduction des taxes et péages.

M. Soetbeer, secrétaire de la Chambre de commerce de Hambourg, est d'avis, contrairement à la thèse soutenue par M. Hatscheck et au quatrième paragraphe du projet de résolution présenté par les rapporteurs, qu'en matière de péage le seul maximum admissible correspond à l'intérêt et à l'amortissement intégral du capital du premier établissement. Suivant lui, toute autre base de calcul est illusoire, par ce fait même qu'il est impossible d'évaluer le profit que la batellerie retire de l'amélioration ou de la création de telle ou telle voie navigable. On aurait tort d'ailleurs d'insister plus que de raison sur cet argument, que la batellerie n'est pas seule à en bénéficier; quoi qu'il arrive, en effet, le batelier n'est-il pas maître, par la majoration du prix du fret, de se faire rembourser par les producteurs et les consommateurs les sommes qu'il aura versées à titre de péages? Quel inconvénient y a-t-il, dès lors, à ce que l'État, pour rentrer dans ses débours, s'adresse directement à ceux qui se servent du canal?

D'autre part, M. Soetbeer n'admet point que l'on doive réduire le taux des péages, afin de rendre possible la concurrence avec les chemins de fer. Si une voie navigable ne permet pas de transporter les marchandises à meilleur compte que telle ou telle voie ferrée concurrente, tout ce que l'on peut dire, c'est que l'on a eu tort de la construire; mais ce n'est pas une raison pour que l'on renonce à assurer la rémunération du capital engagé. Tout au plus peut-on

admettre qu'il soit fait exception à cette règle, lorsqu'il s'agit de canaux existants auxquels une ligne de chemin de fer vient après coup faire concurrence.

M. Gothein, syndic de la Chambre de commerce de Breslau, est en partie d'accord avec M. Soetbeer, mais trouve sa thèse trop absolue. Le projet de résolution sur lequel la Section est appelée à délibérer ne paraît pas avoir donné satisfaction à tout le monde; les considérants surtout prêtent à la critique. Or il convient de remarquer que le Congrès a à formuler des vœux et non des conclusions définitives; s'il s'agissait de conclusions définitives, il suffirait qu'elles fussent votées avec une majorité quelconque; au contraire, pour qu'un vœu ait une réelle portée, il est indispensable qu'il soit voté à l'unanimité ou qu'il réunisse tout au moins une sérieuse majorité. C'est avec l'espoir de trouver ce terrain d'entente que M. Gothein, d'accord avec trois autres membres du Congrès, M. Wernekinck, représentant de l'Association centrale pour la navigation intérieure, à Berlin, M. Gensel, secrétaire de la Chambre de commerce de Leipzig, et M. Zöpfel, représentant de l'Association des canaux de la Bavière, soumet au Congrès la rédaction suivante :

« Conformément aux conclusions du V[e] Congrès, le Congrès de la Haye se prononce comme suit sur la question des péages :

« 1° Étant donnés les avantages considérables que les canaux offrent au développement économique du pays, il est inadmissible, lorsque l'on veut construire une voie navigable artificielle dans un pays où les circonstances ne permettent pas d'accorder la gratuité des péages, que l'on pose comme condition que le total des péages devra assurer le recouvrement de l'intérêt du capital de premier établissement ainsi que l'amortissement;

« 2° La base principale pour la fixation des péages doit être la tonne kilométrique (chargement effectif), avec tarif à base décroissante pour les grandes distances;

« Les redevances pour l'utilisation d'ouvrages d'art spéciaux (tels que des élévateurs) sont admissibles, avec application, s'il y a lieu, du système des kilomètres virtuels. Pour les bateaux lèges, il convient d'admettre un droit fixe peu élevé;

« 3° La perception des péages doit se faire d'une manière simple et doit être organisée de manière à gêner le moins possible la navigation. »

A l'appui de cette rédaction, M. Gothein fait remarquer que, si l'amortissement du capital de premier établissement constitue l'idéal à poursuivre, cette règle comporte plus d'exceptions que ne l'admet M. Soetbeer. Comme exemple, il signale qu'en Allemagne l'exécution du canal reliant la mer du Nord à la Baltique (Nord-Ostsee-canal), canal qui a été principalement motivé par des considérations militaires, était appelée à causer un grave préjudice à la ville de Lubeck; comme compensation, on a été conduit à construire le canal de l'Elbe, bien que ce dernier canal ne soit point appelé à couvrir ses frais de premier établissement. Même observation pour l'amélioration du Weser, que justifient suffisamment les bénéfices indirects que le travail procurera au port de Brême.

En fait, M. Gothein estime que le premier paragraphe de son projet de résolution concilie suffisamment toutes les opinions.

Pour ce qui est du mode de perception des droits, M. Gothein signale que les divergences entre son projet de résolution et celui présenté par les rapporteurs portent notamment sur les points suivants : d'une part, la nouvelle rédaction se prononce en faveur des tarifs à base décroissante pour les transports à grande distance; d'autre part, elle admet, sans le prescrire d'ailleurs, le système des kilomètres virtuels et le principe d'une redevance spéciale pour l'utilisation de travaux d'art exceptionnels tels que les élévateurs; enfin elle prévoit une taxe fixe peu élevée pour le cas des bateaux lèges. En tout état de cause, M. Gothein croit devoir insister sur la nécessité de prendre comme base des tarifs le tonnage effectif, qui est seul équitable, comme le prouve l'exemple de l'Oder

sur lequel, en 1893, les bateaux n'ont pu pendant cent deux jours transporter que le quart de leur chargement normal.

M. Katz, qui prend la parole après M. Gothein, reprend l'examen de la question en se plaçant, dit-il, au point de vue du contribuable plutôt qu'au point de vue de l'ingénieur. D'après M. Katz, l'on ne doit pas perdre de vue la différence qui existe entre les voies navigables et les chemins de fer; par ce fait même que ceux-ci sont en même temps des entreprises de transports, les tarifs ne peuvent être établis dans les deux cas, d'après les mêmes règles. Encore est-il équitable de rétribuer les services rendus, au point de vue même des transports, par les plans inclinés, les élévateurs et même par les écluses. Si l'on se trouve amené à consacrer à l'achèvement du réseau des voies navigables des ressources plus ou moins considérables, il ne serait pas juste de faire supporter aux contribuables toute la dépense à prévoir de ce chef: on doit donc demander aux péages non seulement l'intérêt, mais l'amortissement du capital engagé, sauf à reporter cet amortissement sur une période assez longue. M. Katz admet même qu'on peut aller plus loin. Il est inadmissible que l'ensemble du réseau des voies navigables de l'État devienne pour lui une source de revenus; mais rien ne s'oppose, en principe, à ce que l'exploitation de tel ou tel canal assure un bénéfice suffisant pour compenser finalement le déficit provenant de l'exploitation des mauvaises lignes.

M. Katz n'a du reste formulé aucune conclusion précise.

En définitive, la 3e Section se trouvait en présence de deux projets de résolution, déposés l'un par les rapporteurs, et le second par MM. Gothein, Werneckinck, Gensel et Zöpfel.

La priorité a été tout d'abord accordée à la première de ces deux résolutions. Après échange d'observations entre sir Jenkinson, membre de l'*Engineer liberal Club,* M. Nyssens Hart, M. Lainey, M. Gothein et M. Dufourny, la Section a successivement voté les

considérants que les rapporteurs ont placés en tête de leurs conclusions, puis chacun des quatre paragraphes du projet de résolution. Le dernier paragraphe avait d'ailleurs été l'objet d'un amendement de M. Soetbeer, qui a été écarté; cet amendement proposait de substituer aux mots «ne s'élèvent pas à un taux qui, etc.... » les mots «ne dépassent pas les sommes nécessaires pour couvrir l'intérêt du capital de premier établissement et les frais d'entretien».

Après ce vote, la Section a été saisie des deux propositions suivantes :

1° «Considérant qu'il y a utilité à ce que les questions économiques se rattachant à la navigation intérieure prennent une plus large place dans les congrès ultérieurs, la 3e Section propose que le VIIe Congrès étende le programme des questions économiques et mette notamment à l'ordre du jour de ses travaux la question de l'hypothèque sur les bateaux de rivière et de l'unification du mode de jaugeage des bateaux d'intérieur;

2° «Considérant qu'il est de l'intérêt de tous de voir réunis et publiés les règlements des voies navigables des différents pays et les traités de navigation conclus entre eux, la 3e Section propose la nomination d'une commission qui préparerait en vue du prochain Congrès la publication d'un recueil de ces actes et documents.»

La première de ces deux propositions avait été formulée par M. Captier, et a été adoptée à l'unanimité.

La seconde émanait de M. Puppel, négociant à Kœnigsberg. La Section l'a écartée, quoique à regret et malgré l'intérêt qu'elle présente; elle a reculé devant les difficultés pratiques qu'eût entraînées la réalisation de ce vœu, à défaut du concours financier des divers gouvernements intéressés.

CHAPITRE III.

RÉSOLUTIONS EN ASSEMBLÉE GÉNÉRALE.

En assemblée générale, les deux rapporteurs, MM. Dufourny et Hatscheck, ont successivement résumé en français et en allemand les débats, et donné lecture des conclusions présentées par la 3e Section. Le Congrès a voté sans discussion l'ensemble desdites conclusions.

Il a donc adopté, d'une part, le projet de résolution qui avait été présenté et soutenu par les rapporteurs et le bureau de la Section.

D'autre part, il a adopté le vœu présenté par M. Captier.

Paris, le 20 juin 1895.

E. DARDENNE.

AMÉLIORATION DES RIVIÈRES.

6e Question.

RELATIONS ENTRE LA FORME DU TRACÉ DES RIVIÈRES ET LA PROFONDEUR DU CHENAL.

7e Question.

RÉGULARISATION DES RIVIÈRES EN BASSES EAUX.

(Compte rendu par M. Mengin, inspecteur général des ponts et chaussées.)

PRÉAMBULE.

La 4e Section du Congrès a eu à s'occuper de l'amélioration des rivières navigables faisant l'objet de la 6e et de la 7e question posées par le Comité d'organisation, d'après le libellé suivant.

6ᵉ *Question.* — « Relations entre la forme du tracé et la profondeur du chenal. Étude comparative des formes et des profondeurs des principaux cours d'eau avec et sans marée et à fond variable, concernant les points suivants : corrélation entre la courbure et la profondeur, distance entre les points du maximum et du minimum de courbure et les points correspondants du maximum et minimum de profondeur (loi de l'écart); application de la méthode expérimentale et graphique sur la base de diagrammes synoptiques des courbures et des profondeurs; influence de la largeur et du débit du fleuve sur le minimum de profondeur dans le cas où les courbures sont à peu près égales; influence d'un tracé formé d'alignements droits et d'arcs de cercle comparée à celle d'un tracé suivant le système de M. Fargue; influence des hautes et basses eaux sur la profondeur du chenal dans les points de courbure; maximum de sinuosité compatible avec un chenal continu pour des débits et des largeurs diverses; règles pratiques à observer pour le choix des tracés et la constitution du lit mineur pour les rivières sans marée et avec marée. »

7ᵉ *Question.* — « Régularisation des rivières en basses eaux; influence exercée sur le courant d'une rivière par des digues longitudinales continues et construites de façon qu'en basses eaux elles enserrent la rivière tout entière en restant légèrement noyées; possibilité de régulariser la rivière au moyen de ces travaux destinés à englober la totalité des eaux débitées. »

Les diverses nations ont désigné pour l'étude de ces questions les rapporteurs suivants :

6ᵉ Question.

Allemagne. M. Jasmund, inspecteur des travaux hydrauliques à Magdebourg;
France. MM. Mengin, inspecteur général des ponts et chaussées,
Guiard, ingénieur en chef des ponts et chaussées;
Pays-Bas. MM. Castendijk, ingénieur de 1ʳᵉ classe du Waterstaat à Nimègue,
Doyer, ingénieur de 3ᵉ classe à Zutfen,

MM. ERMERINS, ingénieur de 2e classe à Utrecht,
NOLTHENIUS, ingénieur de 2e classe à Bois-le-Duc,
SCHUURMAN, ingénieur de 1re classe à Dordrecht,
STEYN-PARVÉ, ingénieur de 2e classe à Rotterdam;

Russie. MM. LELIAVSKI, ingénieur à Kieff,
MAKSIMOVIECZ, chef de section à Kieff.

7e *Question.*

Allemagne. M. SEIDEL, inspecteur des travaux hydrauliques à Memel;

France. M. GIRARDON, ingénieur des ponts et chaussées à Lyon;

Pays-Bas. MM. VAN DER SLEYDEN, ingénieur en chef du Waterstaat,
CASTENDIJK, ingénieur de 1re classe;

Russie. M. DE TIMONOFF, conseiller de cour, ingénieur des voies de communication, professeur à Saint-Pétersbourg.

M. VANDERVIN, ingénieur des ponts et chaussées en Belgique, a fourni de plus, sur la 6e question, une note qui a été annexée au procès-verbal de la première séance.

La Section a consacré cinq séances à l'étude et à la discussion de ses travaux.

Elle a été présidée par M. VAN DIESEN, inspecteur général du Waterstaat.

Les vice-présidents étaient MM. WILDGERODT (Allemagne), VERNON-HARCOURT (Angleterre), TROOST (Belgique), MENGIN-LECREULX (France).

M. GIRARDON a été désigné pour faire, à la séance plénière de clôture, le rapport général sommaire sur les travaux de la Section.

Dans le présent rapport, on donnera dans un premier chapitre une analyse succincte des travaux présentés.

Dans le chapitre suivant, on donne le résumé des principales discussions.

On termine enfin en exposant sommairement l'état de la question.

Pour donner un peu de vie à ces comptes rendus et les faire comprendre, on a jugé utile d'y insérer des observations et des commentaires où les vues personnelles de l'auteur du rapport ont dû naturellement se manifester, et, bien qu'il ait tâché d'y mettre une grande prudence, il croit essentiel de déclarer que, bien entendu, elles n'engagent que lui.

CHAPITRE PREMIER.

ANALYSE SUCCINCTE DES MÉMOIRES PRÉSENTÉS AU CONGRÈS.

---

§ 1er. *SIXIÈME QUESTION.*

Corrélation entre le tracé des rives et la profondeur.

M. Jasmund, inspecteur des travaux hydrauliques à Magdebourg, présente, sur une section de 145 kilomètres prise sur l'Elbe, une étude très détaillée et très scrupuleuse accompagnée de beaucoup d'observations d'un grand intérêt.

Il expose d'abord que, par rapport à d'autres fleuves tels que la Garonne aménagés par revêtement des rives, l'Elbe, aménagée par épis, rend plus difficile et moins précise l'étude de la question posée, la forme en plan étant quelque peu indécise surtout quand les épis sont très espacés.

De plus, il n'y a souvent aucune corrélation entre le tracé du lit mineur et la forme naturelle du lit majeur; de là, dans les hautes eaux, des actions perturbatrices qui faussent les résultats. Cette circonstance, signalée d'ailleurs par d'autres ingénieurs, est d'une extrême importance, d'autant plus grande que le lit mineur est plus bas par rapport aux hautes eaux.

Dans la section étudiée, la largeur du lit mineur varie de 100 à 150 mètres. Le débit, très faible en basses eaux, est de 275 mètres cubes en eaux moyennes, 2,000 à 2,500 mètres cubes

en hautes eaux ordinaires, 4,500 mètres cubes en crues exceptionnelles. Le régime est donc extrêmement variable, et c'est une grande difficulté.

L'étude des diagrammes et des tableaux qui s'en déduisent confirme naturellement la loi dite *de la mouille*. Courbures concaves et profondeurs sont des quantités-fonctions l'une de l'autre et croissant dans le même sens.

L'*écart* de la mouille est, en général et en moyenne, de deux fois la largeur. L'*écart* du maigre est analogue, mais moins précis.

M. Jasmund critique l'emploi des volutes spirales ou des lemniscates. Il leur reproche une insuffisance de continuité, la courbe des courbures étant une ligne brisée et non une ligne continue. Ce reproche surprend un peu quand on entend, au contraire, nombre d'ingénieurs portés à voir dans l'emploi des courbes à définition géométrique complexe une recherche de précision sans grand intérêt, l'important étant seulement que les courbures varient d'une manière convenablement régulière.

Mais M. Jasmund argumente surtout de ce que l'emploi de ces courbes conduirait au sommet à des courbures excessives, tant au point de vue de la perte inutile de force vive qui en résulterait que de l'étroitesse du chenal de navigation.

Il y a là une question importante qui doit être encore un sujet d'études et de discussions.

Indépendamment de la définition géométrique, l'importance de la courbure dépend du rapport entre l'angle et le développement; et d'ailleurs si les doctrines en discussion, dans leur partie essentielle, prescrivent l'emploi de courbures régulièrement croissantes, elles laissent à la disposition des ingénieurs le paramètre de croissance et ne prétendent nullement, comme l'a cru M. Jasmund, prescrire pour le sommet, dans tous les cas, l'emploi d'une courbure double de la courbure moyenne.

Dans le même ordre d'idées, M. Jasmund indique que, dans les fortes courbures qu'on n'aurait pu éviter, il serait bon de combler

les profondeurs pour rétablir la régularité du profil en long. Cette solution est contestée par d'autres ingénieurs : la question reste posée.

M. Jasmund critique aussi l'élargissement au sommet de courbure et le considère comme contraire aux faits d'expérience. Cette opinion, non conforme à l'opinion générale, repose sans doute sur un malentendu, car plus loin M. Jasmund approuve le rétrécissement au point d'inflexion, ce qui cependant revient bien au même. Il ne paraît pas avoir tenu compte de la section transversale et des dépôts de convexité qui la réduisent.

En ce qui concerne le rétrécissement d'inflexion, M. Jasmund ajoute qu'il ne faudrait pas l'exagérer pour ne pas donner lieu à des remous ou provoquer un abaissement exagéré du plan d'eau (voir à ce sujet le mémoire de M. Girardon, 7e question).

Si, d'ailleurs, M. Jasmund combat l'exagération des courbures, il ajoute qu'elles doivent cependant être suffisantes pour fixer le chenal. Pour lui donc, comme pour les ingénieurs qu'il semble combattre, c'est question de mesure, et la difficulté reste justement de fixer cette mesure, les principes étant au fond les mêmes.

Le mémoire de MM. Mengin et Guiard, inspecteur général et ingénieur en chef des ponts et chaussées, présente au lecteur deux diagrammes relatifs l'un à la Garonne et l'autre à la Seine, et mettant en regard les largeurs, les profondeurs et les courbures. Il commente ces diagrammes et développe diverses réflexions sur les questions posées par le Congrès.

Les conclusions de ce mémoire, si elles ne résolvent pas les questions, les précisent et pourront peut-être intéresser les ingénieurs spéciaux.

M. Castendijk, ingénieur du Waterstaat à Nimègue, fait connaître que les travaux entrepris sur le Wahal, au moyen d'épis pour la constitution d'un lit mineur, ont été repris depuis 1888 pour être améliorés. Les courbes sont des lemniscates, sauf quand le rayon

atteint ou dépasse 3,000 mètres. La largeur normale varie dans les parties droites de 310 à 400 mètres, et va, dans les courbes, jusqu'à 426 mètres. De grands dragages ont été opérés. Cette circonstance et le fait que les travaux sont tout récents ne permettent aucune observation utile quant à la corrélation entre la forme et les profondeurs. M. Castendijk signale d'ailleurs, dans certaines parties, un mouvement spécial du fond dont il sera question ci-après, à propos de la Merwede.

M. Doyer, ingénieur du Waterstaat à Zutfen, étudie le Geldersche Yssel sur une longueur de 40 kilomètres. Il constate la vérification des lois de la mouille et de l'écart, celui-ci étant, en moyenne de 233 mètres pour une largeur moyenne de 100 mètres. La largeur adoptée aux points d'inflexion paraît trop grande.

M. Ermerins, ingénieur à Utrecht, a étudié la voie navigable qui porte successivement les noms de *canal de Pannerden*, *Rhin inférieur* et *Leck*. On a entrepris la constitution d'un lit mineur en vue d'obtenir un mouillage de 2 mètres en basses eaux. La largeur normale est de 170 mètres. Le plus petit rayon de courbure est de 230 mètres. Les plus grandes profondeurs correspondent aux plus grandes courbures, un peu en aval. Une étude fructueuse des corrélations ne pourra être entreprise qu'après l'achèvement des travaux.

M. Tutein-Nolthenius, ingénieur à Bois-le-Duc, a étudié la Meuse supérieure entre Mook et Hedel sur 73 kilomètres. Dans cette partie, la marée ne se fait plus sentir, le fleuve ne reçoit pas d'affluent, la largeur varie de 100 à 160 mètres. Les courbes sont nombreuses, elles occupent les 5/8 du parcours, leur rayon varie de 5 fois à 20 fois la largeur.

L'étude des diagrammes conduit M. Nolthenius à formuler des lois qui peuvent se ramener aux deux suivantes :

1° La section prise par rapport au niveau moyen d'été est con-

stante et indépendante de la courbure; elle est égale à 340 mètres carrés pour un débit moyen de 180 mètres cubes;

2° La différence entre la profondeur moyenne et la profondeur maxima est indépendante de la largeur et fonction de la courbure.

L'auteur en déduit que dans les courbes dont le rayon est de cinq fois la largeur, ce qui lui paraît un minimum, la largeur doit être augmentée d'un quart. L'écart de la mouille paraît être indépendant de la courbure et égal au double de la largeur. L'écart du maigre est un peu plus faible et un peu plus variable.

Les lois auxquelles M. Nolthenius est arrivé ont un caractère de simplicité et de précision dont il s'est lui-même déclaré surpris, en ajoutant que cependant elles étaient bien la résultante des faits observés. Les résultats auxquels ces lois conduisent, quant à la succession des largeurs, sont d'ailleurs très plausibles et conformes aux études faites en France sur ce sujet.

MM. Schnurman et Hoff, ingénieurs du Waterstaat à Dordrecht, rendent compte de diverses rivières à marée portant les noms de *Merwede supérieure, Merwede inférieure, Nouvelle Merwede, Vieille Meuse* et *Passe de Dordrecht.*

Ils déclarent que, par l'ensemble de leurs caractères, ces rivières se prêtent très peu à l'étendue des formes; mais ils signalent, à d'autres points de vue, des faits intéressants.

La passe de Dordrecht, longue de 9 kilomètres et large de 150 à 250 mètres, a été draguée à 6 mètres et tend à s'approfondir; cela tient à un courant de marée qui augmente le débit au fur et à mesure que le débouché augmente lui-même, aux dépens d'autres émissaires avec lesquels cette passe communique.

Les autres rivières, et surtout la Merwede supérieure, présentent une particularité remarquable.

Le fond de sables et graviers comporte une série de fosses très profondes disposées sur chaque rive alternativement à une distance

de 2,500 à 3,000 mètres, dont elles occupent environ les 3/5. La largeur totale est de 600 mètres; celle des fosses n'est guère que de 150 à 200 mètres; leur profondeur varie de 8 à 18 mètres, tandis que sur le reste du lit on n'a que 2 à 3 mètres.

Ces fosses, dont la position est indépendante de la courbure, d'ailleurs toujours faible, se déplacent régulièrement vers l'aval en conservant sensiblement leurs dimensions et leurs distances avec une vitesse d'environ 308 mètres par an; en sorte qu'au bout d'une période de 9 à 10 ans l'état primitif se reproduit sensiblement. C'est ce que les auteurs appellent une rivière à fond périodiquement variable.

Le mémoire analyse le mouvement des eaux et suggère une explication du phénomène.

On constate bien sur d'autres fleuves des mouvements de progression analogues dans les parties droites ou presque droites, mais bien moins caractérisés et moins frappants. On peut d'ailleurs remarquer en passant qu'il y a là peut-être un argument contre l'emploi des lits rectilignes ou à courbures trop faibles.

La nouvelle Meuse en aval de Rotterdam, dont rend compte M. Steyn-Parvé, est une voie essentiellement maritime. Créée de toutes pièces dans sa partie aval, et largement draguée, elle ne se prête pas à l'étude de la question posée. Il y faudrait, dans tous les cas, une étude très approfondie que les documents présentés ne permettent pas de faire. L'influence des formes dans les passes de cette nature se manifeste par le plus ou moins de difficultés qu'on rencontre à obtenir et entretenir par dragages les profondeurs de navigation sur les différents points.

M. Vandervin, ingénieur des ponts et chaussées en Belgique, dans une note très substantielle annexée au procès-verbal de la première séance du Congrès (4e Section), étudie sur 3,278 mètres le lit de la Nèthe inférieure.

La largeur à mi-marée est de 350 mètres à l'aval, 310 à l'a-

mont; la profondeur à marée basse sur les maigres paraît être d'environ 2 mètres; l'amplitude de marée est, en moyenne, de 3 m. 30. Les courbes sont nombreuses et très diverses; quelques-unes sont très accentuées.

Élimination faite de l'influence de la largeur, la profondeur de la mouille est sensiblement proportionnelle au maximum de courbure. Au maigre, l'influence de la largeur est prépondérante.

Mais M. Vandervin aperçoit une autre cause, qu'il appelle la loi de la réflexion. Une concavité a pour effet de rejeter les eaux sur l'autre rive suivant une direction oblique. Si la distance entre les concavités successives est trop grande, il se produit d'une rive à l'autre une ou plusieurs réflexions intermédiaires et le chenal est défectueux. Il faut donc que cette sorte de réflexion aboutisse en un point où l'influence de la courbure suivante se fait déjà sentir.

Bien que le mot *réflexion* traduise sans doute imparfaitement le phénomène signalé, cette observation est singulièrement importante. Là est la cause profonde qui préside à l'agencement des bons tracés, à l'ensemble des règles qui doivent déterminer cet agencement, et notamment à ce que M. Fargue a appelé la loi du *développement* dont les travaux présentés au Congrès se sont très peu occupés et qui est cependant bien importante.

M. Vandervin conclut, en somme, à l'exactitude des lois de M. Fargue, mais à la nécessité de déterminer les paramètres par une étude spéciale à chaque fleuve.

Il développe cette idée souvent émise, que, dans les fleuves à marée, les grandes courbures absorbent de la force vive au détriment de la transmission de marée, et doivent être évitées autant que possible.

Il pense que les courbures régulièrement croissantes jusqu'au sommet exagèrent la courbure à ce sommet et émet l'opinion qu'il serait probablement préférable d'employer pour la partie moyenne des courbes un arc circulaire convenablement raccordé d'ailleurs,

de part et d'autre, avec les tangentes d'inflexion. Cette opinion très répandue a été en séance l'objet d'une discussion spéciale.

M. Leliawski, ingénieur à Kieff (Russie), étudie le Dniéper; mais, bien qu'il donne quelques renseignements sur les travaux exécutés dans ce fleuve, son mémoire est surtout une étude consacrée à la recherche des causes, c'est-à-dire du mouvement réel des eaux dans les changements de direction, ou, si l'on veut, du mouvement non parallèle et des conséquences qui en résultent pour le régime du fond et corrélativement pour l'aménagement des tracés.

Ainsi que le rappelle M. Leliawski, ces *faits* ont été étudiés par les hydrauliciens, notamment par Navier, Helmoltz, Boussinescq, etc.

Les ingénieurs praticiens eux-mêmes, quand ils ont été amenés à étudier la corrélation entre les formes et les profondeurs, et encore bien qu'ils aient entendu se baser uniquement sur l'observation directe des faits, n'ont pu échapper entièrement à la recherche des causes.

Les travaux de M. Fargue en portent la trace. Aux congrès de Manchester, de Paris, de la Haye, beaucoup de mémoires ou communications faites notamment par MM. Jasmund, Vandervin, Girardon, Mengin, etc., indiquent la même préoccupation.

C'est qu'en effet une certaine intelligence des causes, fût-elle très incomplète, est nécessaire pour guider l'esprit dans le dédale et l'infinie variété des faits et lui permettre d'interpréter les contradictions apparentes que l'observation pure fait si souvent constater.

Pénétration des filets liquides, forces centrifuges, convergences et divergences, réflexions, courants transversaux et dévers d'eau, tourbillons, composantes verticales des vitesses, etc., telles sont les expressions successivement employées pour traduire ces phénomènes mal connus, mais du moins soupçonnés.

Cependant, pour donner une base à cette hydraulique spéciale, il faut des faits et des expériences.

M. Leliawski a fait de nombreuses expériences au moyen de flotteurs et au moyen d'un appareil créé par lui, sous le nom de *girouette sous-marine*, destiné à accuser dans le sens vertical et dans le sens horizontal la direction réelle des courants. Il essaye ainsi de débrouiller l'écheveau des faits et de les rattacher à la théorie des tracés. On ne saurait ici rendre compte dans le détail de cette tentative, et, renvoyant les ingénieurs à la lecture du mémoire, on émettra le vœu que ces expériences soient poursuivies, complétées et perfectionnées s'il y a lieu.

On rappellera enfin qu'aux congrès de Manchester et de la Haye, M. Mengin, d'après son expérience personnelle, a signalé, pour l'étude de cet ordre de faits, l'emploi des modèles à échelle réduite et notamment l'emploi des conduits à parois vitrées, permettant de suivre et de constater *de visu* le mode d'action des filets liquides sur les fonds sablonneux.

Ce sont là des expériences de physique; mais, convenablement poursuivies et interprétées, elles peuvent être très utiles.

M. Maksimoviecz, également ingénieur des voies de communication à Kieff, étudie aussi le Dniéper et donne des renseignements sur le régime de ce fleuve et sur sa navigation. Il expose que la grandeur du fleuve, sa forme tourmentée, l'extrême mobilité du fond et des rives, l'importance des crues et enfin l'action des glaces compliquent singulièrement le problème de l'aménagement, et rendent, de plus, très difficile et peu fructueuse l'étude de la question soumise au Congrès. On ne peut déterminer l'action de formes qui changent incessamment. Il rend compte cependant de travaux entrepris à Kieff. On a constitué par une combinaison d'épis et de digues longitudinales un lit mineur sinueux avec une largeur uniforme de 350 mètres et un développement de 3,500 de courbe à courbe. La largeur au point d'inflexion s'est trouvée trop grande :

il s'est formé au milieu un banc en forme d'île avec un chenal insuffisant de part et d'autre. On rétrécira à 240 mètres.

§ 2. SEPTIÈME QUESTION.

Régularisation des rivières en basses eaux.

M. SEIDEL, inspecteur des travaux hydrauliques à Memel, discute les méthodes susceptibles d'être appliquées.

Il distingue le lit des grandes eaux, celui des eaux moyennes et enfin celui des basses eaux.

Il est très souvent peu pratique, à cause de la dépense notamment, de modifier le lit des grandes eaux; mais on peut corriger le lit moyen, et c'est ce qui a été fait en Allemagne, le plus souvent au moyen d'épis; mais on n'a pas obtenu en général une profondeur suffisante en basses eaux, et il y faut des ouvrages spéciaux.

M. Seidel compare avec le système des épis noyés celui des digues longitudinales noyées également et rattachées à la rive par des traverses. Il donne la préférence à cette seconde méthode qui dirige mieux les eaux.

Les épis ou digues de basses eaux sont inutiles contre les concavités, mais doivent exister seulement contre les convexités et surtout aux points d'inflexion; on commencera par un seul côté, pour ne pas engager trop vite la question des largeurs.

MM. VAN DER SLEYDEN et CASTENDIJK, ingénieur en chef et ingénieur du Waterstaat, traitent du Wahal et de la Meuse.

Sur le Wahal, on a exécuté, pour le lit moyen, des travaux dont M. Castendijk a déjà entretenu le Congrès à propos de la 6e question.

On a d'abord donné au lit moyen une largeur uniforme de 360 mètres. D'après l'expérience, on la réduira à 310 mètres aux points d'inflexion et avec quelques dragages, on espère un résultat suffisant.

L'emploi de digues basses parallèles noyées serait impraticable, comme trop dispendieux et gênant pour la navigation. De plus, l'action des hautes eaux, par suite de la discordance entre les tracés du lit majeur et du lit mineur, rejetterait dans celui-ci des matières que le courant d'étiage ne pourrait écarter.

La basse Meuse donne lieu à des observations analogues.

A propos des sujets traités par les mémoires qui précèdent, on se reportera utilement à l'importante communication faite en séance par M. Pescheck, et qui sera rappelée ci-après.

M. Girardon, ingénieur en chef à Lyon, a fait à propos du Rhône une communication importante dont l'analyse nécessite quelques développements.

Après avoir rappelé les diverses circonstances qui différencient les fleuves, y compris la nature du fond et des rives, M. Girardon expose que, dans un fleuve à lit mobile et charriant des matières, on ne peut penser à réaliser la parfaite régularité d'un canal sans courant ou d'un conduit en matériaux inattaquables, c'est-à-dire l'écoulement parallèle, la direction rectiligne et l'uniformité des profils en long et en travers. Cela est contraire aux lois naturelles, et l'on ne peut que régulariser les sinuosités, les alternances et les ressauts dans le sens le plus favorable à la navigation.

Au chapitre II, l'auteur examine et discute la méthode des resserrements, longtemps appliquée sur le Rhône pour l'amélioration des hauts-fonds. Eu égard à la mobilité du fond, aux alternances des crues et des décrues, etc., cette méthode, au bout d'un temps plus ou moins long, aboutit à modifier la pente et à compenser l'amélioration locale obtenue par une aggravation de la situation en amont ou en aval, sinon des deux côtés à la fois. Il cite, à cet égard, des exemples, et notamment celui de la passe de Miribel.

En somme, une longue expérience et de longs tâtonnements ont montré que, sur le Rhône, il fallait renoncer à détruire en quelque sorte les conditions naturelles en supprimant les alter-

nances de profondeur et les hauts-fonds qui jouent un rôle essentiel et qu'on devait se borner à les améliorer.

Il signale alors (chap. III) deux genres de passages. Dans les uns, les mouilles de rive opposée enjambent l'une sur l'autre sans se rejoindre, laissant entre elles un haut-fond longitudinal formant pour l'écoulement en basses eaux un déversoir noyé de grande longueur, couronné, par suite, d'une faible épaisseur d'eau. La profondeur y est insuffisante et la navigation difficile, par suite de la nécessité de traverser le lit à angle droit. Ce sont les mauvais passages.

Dans le second type, les fosses en amont et en aval du maigre se séparent de la rive et traversent le lit en écharpe très allongée, allant à la rencontre l'une de l'autre et séparées par un maigre où le fond, en section transversale, est sensiblement horizontal et peut même quelquefois comporter une dépression centrale, au lieu de deux dépressions latérales séparées par une crête élevée. La navigation est directe et facile, et la profondeur utile plus grande.

Tous les efforts doivent tendre à substituer des passages du second type à ceux du premier.

Cette analyse est identique à celle qu'a donnée M. Fargue à propos de la Garonne, et qui l'a conduit à indiquer les règles du tracé.

Un bon tracé naturel ou artificiel peut suffire, et M. Girardon le constate; mais de pareils tracés sont rarement réalisés naturellement; leur exécution de toutes pièces sera bien souvent impraticable, ne fût-ce qu'à cause de la dépense; et, de plus, dans les fleuves à grande pente surtout, il se produit parfois des actions perturbatrices contrariant celle des courants ordinaires, créant des chenaux adventifs en cul-de-sac, etc.

C'est alors que M. Girardon introduit une considération importante et, sinon nouvelle, du moins présentée sous une forme plus précise et plus frappante.

A courbure égale, l'action des eaux sur le fond dépend de la

hauteur d'eau et de l'inclinaison des berges; elle sera maxima si les berges sont verticales ou très raides.

Là où l'on voudra (c'est-à-dire aux concavités) fixer le chenal contre la rive, on établira celle-ci en talus raide. La berge de convexité, au contraire, devra être une plage en pente douce; parfois cette plage existera naturellement et sera suffisamment résistante, on n'y fera rien; d'autres fois, on en consolidera la surface; d'autres fois enfin, on pourra être conduit à constituer une véritable ossature.

Dans les parties droites et aux points d'inflexion, on aura sur les deux rives et symétriquement des talus de pente intermédiaire qu'il sera très souvent nécessaire de constituer au moyen d'épis plongeants, plus ou moins nombreux suivant les cas.

Ainsi la forme rationnelle des berges sera celle d'une surface gauche ayant pour directrice la crête supérieure du tracé, qu'on fera le meilleur possible, et pour génératrices des droites dont l'inclinaison sur la verticale sera minima aux concavités, maxima aux convexités, intermédiaire dans les parties droites et aux points d'inflexion.

La forme en plan et l'inclinaison des berges tendront au même but, et les deux causes se compléteront l'une par l'autre.

De plus, la section transversale se rapprochera partout de la forme triangulaire, la plus favorable pour adapter à chaque instant la section aux variations de débit et arriver ainsi à résoudre le difficile problème des basses eaux.

Enfin la faculté d'allonger les épis, de les exhausser, d'en ajouter et même d'en supprimer permet d'opérer successivement à la demande de l'expérience dans les meilleures conditions d'économie et de prudence.

Telle est, dans ses grandes lignes, car il faudrait tout citer, la synthèse de M. Girardon, qui, traduite oralement avec un rare talent de précision, d'élégance et de persuasion, a justement frappé la 4e Section du Congrès, heureuse d'applaudir l'exposé

des résultats pratiques obtenus par l'application de cette nouvelle méthode.

Le minimum de profondeur en basses eaux a passé de 0 m. 40 en 1878 à 1 m. 25 en 1893. Le nombre des passages présentant moins de 1 m. 40 a passé de 104 à 3. Le nombre et la durée des chômages ont diminué en conséquence.

On a dépensé environ 37 millions, mais la plus grande partie des résultats a été acquise depuis qu'on a adopté la nouvelle méthode, et avec une dépense de 4,500,000 francs seulement.

La Section a désigné M. Girardon pour être son rapporteur général devant le Congrès réuni en séance plénière.

M. de Timonoff, conseiller de Cour, ingénieur des voies de communication et professeur à Saint-Pétersbourg, a traité un sujet tout différent.

Il s'agit de l'amélioration des cataractes du Dnieper qui, sur une longueur de 66 kilomètres, entravent la navigation de ce grand fleuve qui commande un réseau navigable de 10,000 kilomètres.

On a amélioré un peu la descente par des endiguements, mais elle reste très dangereuse, et la remonte est impossible.

M. de Timonoff examine et discute les moyens à employer. Les barrages éclusés sont impraticables. Un canal latéral serait trop dispendieux. Un approfondissement par simple dérochement paraît suffisant pour toutes les parties où la pente ne dépasse pas une certaine limite, 1 millième environ. Dans les autres, des écluses convenablement placées fourniront la solution.

C'est le problème du passage des Portes de fer, sur le Danube, sur une échelle plus importante.

M. de Timonoff a rappelé à ce sujet que les premières études précises relatives aux cataractes du Dnieper sont dues à un ingénieur hollandais, le général de Vollant, qui, au commencement du

siècle, après une belle carrière militaire en Russie, est devenu directeur général des voies de communication.

Pour sortir des conditions ordinaires des fleuves d'Europe, la belle étude de M. de Timonoff n'en a pas moins un très grand intérêt. Qui pourrait dire même que les ingénieurs français n'auront pas quelque jour l'occasion de la consulter pour l'aménagement des fleuves de nos possessions d'outre-mer?

CHAPITRE II.

ANALYSE DES DISCUSSIONS.

La plus grande partie des cinq séances de la 4e Section a été consacrée à entendre la lecture ou l'analyse des mémoires présentés. On se bornera à résumer ci-après les principales discussions, en renvoyant pour le surplus au chapitre qui précède et au compte rendu détaillé officiel.

§ 1er. *Digues de basses eaux.*

La principale discussion a porté sur le sujet de la 7e question, c'est-à-dire sur les digues longitudinales de basses eaux, à propos du mémoire de M. Seidel qui préconise ce moyen en invoquant la loi de continuité et l'exemple des travaux du bas Weser. La discussion a surtout eu lieu entre les ingénieurs d'Allemagne, qui pour la plupart sont partisans des épis. On a objecté à M. Seidel les difficultés d'exécution, l'étroitesse du lit d'étiage auquel on serait souvent conduit, la difficulté de déterminer convenablement d'avance la largeur et le tracé, le danger de voir ce lit encombré par l'effet des hautes eaux, etc. Le bas Weser est une voie maritime large et profonde : le cas est très différent.

M. Pescheck, directeur des travaux de l'Oder, est intervenu dans la discussion en des termes qu'il paraît utile de reproduire.

« Permettez-moi de vous dire en quoi consiste le système de régularisation de l'Oder.

« Il y a une partie fixe et une partie variable. La partie fixe, ce sont les épis montants; la crête de l'épi montant commence aux eaux moyennes et monte vers les rives. La partie variable, ce sont des épis noyés à fleur des basses eaux. Quand le sable s'amoncelle quand même dans le chenal en avant des épis, on les relève et l'on va au besoin jusqu'à la hauteur de l'épi haut. On obtient ainsi tout ce que l'on veut.

« Quand les digues longitudinales sont trop rapprochées, on n'a plus la possibilité de faire virer les bateaux : c'est ce qui arriverait sur l'Oder.

« Quand on fait des digues longitudinales, il faut en calculer la distance; et, pour les fleuves qui charrient des sables, les formules de l'hydraulique ne méritent pas de créance, les calculs sont faux.

« En somme, le défaut principal de ces digues, c'est le manque de flexibilité. En outre, le système exigerait des frais d'entretien énormes. »

La majorité des ingénieurs présents a paru se rallier à cette manière de voir.

§ 2. *Sinuosités dans les fleuves à marée.*

Beaucoup d'ingénieurs condamnent les sinuosités dans les fleuves à marée. Elles absorbent de la force vive au détriment de la transmission de marée. Le flot n'agit pas comme le jusant, il attaque les berges de convexité. Il faut se rapprocher de la ligne droite. Cette opinion est très accréditée, M. Vernon-Harcourt l'a signalée au Congrès. Dans le même ordre d'idées, M. Vandervin a fait ressortir la difficulté résultant de la loi de l'écart qui agit en sens inverse pour les deux courants.

M. Mengin écarte l'embouchure proprement dite, qui donne lieu à des points de vue spéciaux. Pour le surplus, il aurait des réserves

à faire, mais il se borne à faire remarquer que très souvent des sinuosités accentuées sont inévitables. Il faut donc s'en arranger et chercher comment il faut les aménager pour réduire au minimum les inconvénients que l'on signale, à savoir : la perte de force vive et la divergence due à la loi de l'écart. Quant à une autre différence radicale et profonde entre l'action des deux courants, elle n'existe à son avis que pour la tête de flot et pendant quelques instants ; le reste du temps, les deux courants agissent d'une manière analogue. En somme, même sur la Seine où la tête de flot est si violente, l'analyse qui sert de base aux travaux de M. Fargue lui paraît applicable. La question reste pendante.

§ 3. *Emploi des arcs circulaires.*

L'emploi recommandé des courbes à courbures régulièrement décroissantes du sommet au point d'inflexion a soulevé une discussion. Plusieurs membres comprennent bien l'utilité de ménager les transitions, mais ne voient pas pourquoi l'on proscrirait les arcs circulaires convenablement raccordés de part et d'autre.

Si, comme on le dit, la profondeur suit la courbure, ils ne voient pas pourquoi à une courbure uniforme ne correspondrait pas une profondeur uniforme.

M. Fargue répond que c'est un fait d'expérience. Si la croissance de la courbure donne lieu à une profondeur croissante, l'uniformité sur un développement un peu long donne lieu à des alternances de profondeur dont le rythme change avec l'état des eaux; le résultat est une enveloppe moins favorable; la perte de force vive est plus grande, toutes choses égales d'ailleurs; le passage au point d'inflexion suivant moins bien préparé.

M. Mengin, qui partage cette opinion, pense que le fait signalé doit tenir aux lois réelles du mouvement des eaux, aux phénomènes que M. Vandervin a signalés sous le nom de *réflexions*.

Tous deux cependant admettent que, dans la pratique, un arc

circulaire occupant la région du sommet et convenablement raccordé avec les tangentes donnera un résultat suffisant, sans doute. A ce point de vue, le schéma de M. Vandervin, d'après lequel l'arc circulaire occupe seulement les 2/5 environ du développement total, paraît convenable.

S'ils n'y voient pas d'inconvénients graves, ils n'y voient pas d'ailleurs d'avantages appréciables. Le tracé sur le terrain n'est pas plus facile, et, quant à la courbure au sommet, on peut la limiter en disposant du paramètre de croissance; que si le développement comparé à l'angle est tel qu'un arc circulaire ait déjà la courbure limite, ce sera un vice qu'il faut tâcher d'éviter.

Quoi qu'il en soit, et au point de vue pratique, il n'y a pas, en somme, de divergences bien sérieuses entre les opinions émises.

§ 4. *Importance des courbures.*

A la question des arcs circulaires se rattache celle de l'importance des courbures. Les travaux du Congrès montrent que, même sur les fleuves sans marée, beaucoup d'ingénieurs répugnent aux fortes courbures. M. Jasmund notamment leur reproche la perte de force vive et l'étroitesse du lit. Que si l'on ne peut les éviter, il conseille de combler partiellement les fosses pour augmenter la largeur et rétablir l'uniformité de la pente.

Cette indication a soulevé un commencement de discussion sans conclusion marquée. Il est permis, tout au moins, de penser que dans la pratique ce comblement serait souvent bien difficile. A ce sujet, on rencontre souvent et l'on a rencontré au Congrès une observation. Les fosses sont peu ou point utiles à la navigation limitée par le maigre. Ce qu'il faudrait faire, c'est creuser le maigre aux dépens de la fosse.

M. Girardon répond dans son mémoire que ce desideratum de régularité est contraire aux lois naturelles. La doctrine des tracés rationnels répond, d'autre part, que son objectif n'est pas de créer

des fosses, mais de fixer le thalweg et de préparer le passage du maigre dans les meilleures conditions. Il faut pour cela des courbures suffisantes dont la détermination, comparée avec les conditions de développement, de largeur et de débit, constitue d'ailleurs justement le problème posé.

Si, conformément aux indications de M. Girardon, on dispose dans le même but d'un autre moyen, à savoir l'aménagement des sections transversales par l'inclinaison des rives, c'est une ressource précieuse permettant d'être moins précis, de laisser varier les courbures dans des limites plus étendues et notamment d'employer des courbures plus faibles.

Les travaux du Congrès montrent d'ailleurs que, d'après l'observation de fleuves très différents, le rapport du rayon de courbure moyen à la largeur peut sans inconvénients sérieux descendre à 5 dans les conditions ordinaires de vitesse de courant. Avec des courbures graduées, la courbure au sommet peut être plus forte.

§ 5. *Vœux divers.*

Formulaire signalétique des cours d'eau. — On remarque, dans les discussions, des malentendus continuels résultant de ce que, dans leur pensée, les opinants visent des fleuves très différents. Il importerait que chacun pût être au courant des caractères spécifiques afférents à chaque fleuve. On peut, sans doute, les trouver dans les monographies, mais on ne les trouve pas toujours tous, ils ne sont pas inscrits ensemble dans le même ordre et sous la même rubrique. Leur recherche n'est pas assez facile.

Sur la proposition de plusieurs de ses membres, la Section a émis le vœu qu'on élaborât, pour l'un des prochains congrès, un projet de formulaire signalétique dans lequel se trouverait, dans le même ordre, sous une forme brève et toujours la même, l'énoncé de tous les caractères spécifiques qu'on a intérêt à connaître.

Fleuves à marée. — Dans le même ordre d'idées, c'est-à-dire

pour éviter des malentendus incessants, la Section a demandé que les études relatives aux fleuves à marée fussent, tant dans les mémoires que dans les discussions, présentées séparément, tout en restant confiées à la même section.

Conclusions. — La Section a émis également un vœu pour la continuation des études qui ont fait l'objet de ses discussions, reconnaissant d'ailleurs que leur état d'avancement, combiné avec la complexité du problème et la diversité des conditions d'application, ne permettait en ce moment aucune conclusion ferme, précise et utile.

CHAPITRE III.

ÉTAT DE LA QUESTION.

---

§ 1. *Fleuves sans marée.*

Aménagement des tracés. — Grâce à l'influence des congrès, les études relatives à l'aménagement de la forme en plan, longtemps confinées dans un cercle restreint, sont aujourd'hui examinées et discutées un peu partout.

Il reste beaucoup à faire pour élucider cette question, discerner les points singuliers, c'est-à-dire les exceptions et leurs raisons d'être, déterminer surtout les paramètres spéciaux afférents à chaque fleuve ou partie de fleuve.

On trouve dans les travaux du Congrès de la Haye des données approximatives et des opinions relativement assez concordantes sur un certain nombre de points : importance et gradation des courbures, succession des largeurs, loi de l'écart. On a peu ou point abordé une condition importante qui les complète, c'est-à-dire la position relative des courbures successives les unes par rapport aux autres, correspondant à ce que M. Fargue a appelé la *loi du développement*.

D'autre part et quant au principe lui-même, quand on cherche à en faire des applications pratiques, on rencontre souvent, dans les circonstances locales, surtout quand les rives sont déjà fixées, dans les sujétions de dépenses, dans l'incertitude même de nos connaissances actuelles, des difficultés, des embarras et des doutes en présence desquels un certain nombre d'ingénieurs se détournent et, de parti pris, se bornant à modifier légèrement les formes naturelles dans le sens d'une plus grande régularité, demandent uniquement la solution à l'aménagement des largeurs et des sections transversales.

D'autres pensent cependant qu'on ne saurait avec raison écarter ainsi systématiquement un moyen dont l'action sur le régime du thalweg de navigation est incontestable et incontestée. Ils remarquent que le passé nous a légué des difficultés sérieuses avec des tracés défectueux qu'on aurait pu, même avec le peu qu'on sait aujourd'hui, faire meilleurs sans plus de peines ni de dépenses.

On continuera donc à étudier, et dès à présent on cherchera à appliquer ce que l'on sait dans la mesure compatible avec les circonstances locales, la prudence et les conditions financières.

Le meilleur tracé pratiquement réalisable et, dans ce tracé, l'aménagement concordant des sections transversales, comme il sera dit tout à l'heure, tels sont les moyens dont on dispose et dont la réunion semble devoir permettre aux ingénieurs, dès aujourd'hui, d'obtenir à peu près tous les résultats compatibles avec le régime du fleuve.

Aménagement des largeurs et des sections. — Le règlement des largeurs est l'idée qui se présente la première à l'esprit et qui a dû être longtemps l'unique objectif des ingénieurs.

Mais on a rencontré de grandes difficultés. L'une d'elles correspond à la nécessité de respecter la pente du lit et des eaux; si l'on ne prend pas le parti de canaliser le fleuve, elle limite dans des bornes parfois assez étroites le résultat utile de navigation.

Une autre correspond aux variations de débit, d'autant plus grandes que le régime est moins régulier. C'est ainsi qu'après avoir constitué un lit pour les eaux moyennes, on peut sur certains fleuves, comme le prouve la 7^e question posée par le Congrès, ressentir le besoin d'en créer un autre pour les basses eaux.

Une autre enfin résulte de l'impossibilité d'appliquer légitimement aux cours d'eau naturels charriant des matières les formules usuelles de l'hydraulique ordinaire. La détermination des largeurs par des ouvrages longitudinaux est donc difficile, et, si l'on s'est trompé, on a engagé l'avenir d'une manière fâcheuse.

Mais l'aménagement des largeurs peut aussi résulter non pas de digues longitudinales, mais d'ouvrages discontinus ou épis.

Ce procédé qui, avec l'inconvénient de la discontinuité, a l'avantage d'être en général moins dispendieux et surtout de se prêter à une exécution successive, et par tâtonnements, à la demande de l'expérience et sans engager l'avenir, n'a pas tardé à se généraliser, d'autant qu'en reliant les épis on a toujours la ressource de revenir après coup au premier type.

Les épis peuvent être plus ou moins nombreux, plus ou moins longs, plus ou moins hauts : c'est justement ce qui permet les tâtonnements.

Mais ils peuvent aussi être inclinés et se prolonger sous les eaux jusqu'au fond du lit, c'est ce qu'on appelle les épis *plongeants*, déterminant la formation de plages dont ils forment l'ossature et qu'on peut même au besoin constituer de toutes pièces avec des produits de dragages, par exemple.

Par ce moyen, outre qu'on règle à la demande la superficie de la section transversale, on évite ou l'on atténue la discontinuité, l'on donne à la section la forme évasée qui lui convient, et l'on réduit au minimum la difficulté correspondante aux variations du débit. On peut ainsi résoudre le problème des basses eaux d'une manière plus pratique et plus prudente que par l'exécution immé-

diate, par digues longitudinales noyées, d'un lit d'étiage, et, avec un bon tracé surtout, on peut éviter le grand danger résultant, quant au gisement du thalweg, de la discordance entre les actions des eaux suivant leur hauteur.

Si le lit est sinueux, ce qui est le cas général; les épis seront disposés en concordance, c'est-à-dire, suivant la belle synthèse de M. Girardon, de manière à déterminer aux concavités des berges raides, aux convexités des plages douces, aux inflexions et symétriquement des talus très inclinés, le tout successivement et à la demande de l'expérience. On arrivera ainsi à assurer et compléter l'action du tracé et par l'emploi simultané de ces deux moyens on a, dès à présent, tout ce qu'il faut pour réussir.

§ 2. *Fleuves à marée.*

Les fleuves à marée présentent par rapport aux autres les principales différences suivantes :

La quantité d'eau qui circule, au lieu de dépendre uniquement de conditions naturelles échappant à l'action de l'homme, dépend du réservoir offert à la marée et des facilités de transmission de celle-ci; l'aménagement du lit peut ainsi modifier considérablement dans un sens ou dans l'autre la puissance hydraulique du fleuve.

L'existence de deux courants de sens inverse et les allures spéciales de la tête de flot, surtout dans certains fleuves, compliquent le problème des tracés et augmentent encore l'incertitude actuelle de nos connaissances, quant au mouvement réel des eaux et au cheminement des matières.

Enfin la marée, en rétablissant chaque jour un niveau déterminé, élimine ou atténue la difficulté correspondante à la pente du fleuve et étend le champ des améliorations réalisables.

Le principe de la conservation de la force vive en vue de la transmission de la marée et l'existence des deux courants condui-

sent beaucoup d'ingénieurs à déconseiller les sinuosités accentuées et les ouvrages en saillie et à chercher la solution dans le règlement, au moyen d'ouvrages longitudinaux plus ou moins hauts, des largeurs croissant d'ailleurs de l'amont à l'aval, combiné avec des dragages auxquels on tend chaque jour à donner plus d'importance. Telle est aujourd'hui l'opinion générale.

Il y a encore beaucoup à dire sur la question des sinuosités dans ces fleuves; mais, comme dans tous les cas elles seront très souvent inévitables, il reste nécessaire d'étudier les formes pour atténuer justement les inconvénients que l'on signale, c'est-à-dire la perte de force vive et la divergence des thalwegs de flot et de jusant.

En présence d'ailleurs des difficultés du problème, il serait regrettable d'être obligé en effet de renoncer absolument à la ressource précieuse des épis plongeants.

Si, comme on se le propose, ces épis ne sont que l'ossature des plages ou berges, l'objection relative à la discontinuité et à la perte de force vive disparaît ou s'atténue.

Des travaux de ce genre entrepris sur la Garonne et sur la Seine maritime seront, à cet égard, un sujet d'études et d'observations.

Paris, le 10 juin 1895.

MENGIN.

LES PORTS MARITIMES DE LA HOLLANDE :

AMSTERDAM ET ROTTERDAM,

par le baron QUINETTE DE ROCHEMONT,
inspecteur général des ponts et chaussées.

Les membres du VI^e Congrès international de navigation intérieure sont allés visiter, le 24 juillet, le port de Rotterdam et son nouveau chenal d'accès à la mer. Le 27 du même mois, ils ont suivi le canal de la mer du Nord et parcouru le port d'Amsterdam.

La description complète de ces voies navigables et de ces ports a fait l'objet d'un mémoire publié dans les *Annales des ponts et chaussées* (1890, 1^er semestre, page 113). Cette note a seulement pour objet de faire connaître les travaux exécutés et les résultats obtenus depuis 1888, époque à laquelle a été faite cette description.

NOUVEAU CHENAL D'ACCÈS DE LA MER À ROTTERDAM.

Les travaux de dragage ont été poursuivis en vue d'accroître le mouillage. Les moindres profondeurs d'eau sous la basse mer, qui en 1888, étaient de 5 m. 60 à 5 m. 80 à Hel Zuiden et à Hoorn, et de 6 m. 10 sur quelques autres points (Doorgraving, Vergulde Hand, Pernis et Charlois), ne sont maintenant nulle part inférieures à 6 m. 80, sauf toutefois à Hel Zuiden, où la hauteur d'eau n'est que de 6 m. 60.

La profondeur minima dans le chenal de 200 mètres de largeur maintenu à l'embouchure est actuellement de 8 mètres, alors qu'elle n'était, à la fin de 1887, que de 5 m. 70. Aucun banc

ne se forme à l'ouvert des jetées de Hoek van Holland; les fonds de 8 mètres ne se sont pas éloignés du rivage depuis 1880.

A la pleine mer, la montée de la marée augmente le mouillage de 1 m. 60 à 1 m. 70 à Hoek van Holland et de 1 m. 20 à Rotterdam. Aussi le nombre de navires empruntant le nouveau chenal et calant plus de 7 mètres, s'accroît-il rapidement. Il a été de 150 en 1893, alors qu'il n'avait été que de 18 en 1887.

Le tableau suivant fait connaître les cubes extraits dans les diverses parties du nouveau chenal d'accès de Rotterdam à la mer depuis le commencement des travaux.

ANNÉES.	CUBE DES DRAGAGES			
	EN DEHORS des jetées.	ENTRE les jetées.	DANS le fleuve.	TOTAUX.
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
1860-1887	1,909,500	3,090,800	27,701,500	32,701,800
1888	368,200	501,800	2,665,400	3,535,400
1889	351,300	617,100	2,631,800	3,600,200
1890	200,500	224,400	2,175,200	2,600,100
1891	169,000	223,500	2,608,800	3,001,300
1892	291,000	335,600	2,590,200	3,216,800
1893	171,600	310,700	2,092,700	2,575,000
TOTAUX	3,461,100	5,303,900	42,465,600	51,230,600

Les dépenses au 31 décembre 1887 s'élevaient à	58,097,320f 95
Et celles faites du 1er janvier 1888 au 31 décembre 1893 ont été de	15,509,986 20
Soit en tout	73,607,307 15

L'on estime qu'au 1er janvier 1894, il restait encore à dépenser 1,300,000 francs pour achever les travaux, résultat qui sera atteint à la fin de l'année 1895.

Eu 1893, 9,628 navires jaugeant 20,432,165 mètres cubes ou 7,219,850 tonneaux, sont entrés dans la nouvelle voie navigable ou en sont sortis; les navires à vapeur ont été au nombre de 8,708 jaugeant 19,459,289 mètres cubes ou de 6,878,194 tonneaux. Dans ces chiffres, ne figurent pas 3,928 bateaux de pêche cubant ensemble 684,623 mètres.

PORT DE ROTTERDAM.

Les navires calant 7 m. 80 arrivent maintenant à Rotterdam en deux heures.

Depuis 1888, le Rijnhaven a été terminé et l'outillage du port complété. Les aménagements pour le commerce des pétroles ont aussi reçu de grands développements.

La traverse comprise entre le Rijnhaven et la Meuse a environ 650 mètres de longueur sur 150 mètres de large; elle est pourvue de voies ferrées et de hangars. La rive sur le fleuve, Wilhelmina Kade, est affectée à des services réguliers de navires à grand tirant d'eau.

A la suite de conventions passées avec la Compagnie du chemin de fer hollandais, les voies ferrées ont été augmentées sur les quais, afin de faciliter l'exploitation.

L'emplacement affecté au commerce des pétroles occupe maintenant 1,200 mètres le long de la rive gauche du fleuve; il est concédé à quatre associations commerciales qui ont établi des réservoirs citernes, des magasins pour recevoir les pétroles en barils et des ateliers de différente nature, notamment pour la mise en barils. L'importation a été, en 1893, de 1,146,000 barils ou 2,120,100 hectolitres.

La superficie des bassins en exploitation, qui n'était que de 50 hect. 80 en 1888, est maintenant de 114 hect. 78, dont 53 hect. 15 sur la rive droite et 61 hect. 63 sur la rive gauche. Ne sont pas comprises dans ce total les surfaces des mouillages

en rivière, les emplacements occupés par les navires amarrés le long des quais de la Meuse, ni le Koningshaven, qui sert principalement de passage aux bateaux allant de l'aval à l'amont de Rotterdam ou inversement.

Le développement des quais a été porté de 22,184 à 24,623 mètres, dont 14,680 sur la rive droite de la Meuse et 9,943 sur la rive gauche. En outre, les rives du fleuve ont été empierrées sur une longueur de 7,100 mètres et pourvues de distance en distance d'appontements en bois.

Il n'a pas encore été tiré parti des terrains que la Ville possède entre Rotterdam et Delfshaven. Des pourparlers ont cependant été engagés avec les compagnies de chemin de fer en vue d'y établir des bassins accessibles aux navires de mer et aux bateaux de navigation intérieure.

Les engins pour la manutention des marchandises comprennent sur la *rive droite* :

A la gare du chemin de fer Rhénan :

9 grues mobiles à vapeur de................	1,500 kilogr.
1 cabestan mobile à vapeur de...............	1,500
1 grue fixe à main de.....................	20,000

Sur les quais de la ville :

1 grue fixe à main de.....................	10,000 kilogr.
1 grue fixe à vapeur de.....................	25,000

Le fonctionnement de ces deux derniers engins, en 1893, a procuré une recette de 2,607 fr. 07 et donné lieu à une dépense de 1,562 fr. 42. La grue à vapeur, seule, a coûté 60,900 francs.

Sur les bassins et quais de la *rive gauche*, l'outillage est plus développé. La ville de Rotterdam possède des grues à vapeur à Spoorweghaven et des grues hydrauliques à Binnenhaven et à

Entrepôthaven; le chemin de fer de l'État a également des installations à Spoorweghaven.

A Spoorweghaven, la Ville a :

1 grue fixe à vapeur de...................	30,000 kilogr.
21 grues mobiles à vapeur de...............	1,500
1 grue mobile à vapeur de.................	2,500

Le nombre d'heures de travail de ces grues, en 1893, a été de 34,752 heures. Le nombre des grues en travail a été, par jour, de 9,36; il n'avait été que de 5,50 en 1887.

Les recettes dues à cette partie de l'outillage ont été de 77,376 fr. 63; les dépenses, de 46,416 fr. 93. Le bénéfice net, 30,959 fr. 70, représente à peu près 6,5 p. 100 du capital de premier établissement, qui a atteint 453,600 francs, savoir : 369,600 francs pour les 22 grues fixes et 84,000 francs pour la grue mobile.

Les installations hydrauliques de Binnenhaven et d'Entrepôthaven comprennent :

1 grue fixe de..........................	30,000 kilogr.
6 grues mobiles de......................	1,500
3 cabestans mobiles de..................	1,500
4 treuils mobiles de....................	500 à 1,000
1 élévateur pour embarquer les charbons à bord des navires de mer....................	25,000

La puissance de l'élévateur a été portée de 22,000 à 25,000 kilogrammes en élevant la pression de l'eau dans l'accumulateur de 50 à 60 atmosphères. Cet élévateur a travaillé, en 1893, pendant 267 jours et 142 nuits; il a embarqué 113,909 tonnes de charbon et de coke, alors qu'en 1887 il n'en avait mis à bord que 7,100 tonnes. Le rendement maximum de cet appareil étant sur le point d'être atteint, la Ville vient de décider l'établissement

d'un second élévateur, qui pourra lever une charge de 25,000 kilogrammes à une hauteur maxima de 10 mètres.

Les pompes à comprimer l'eau, en 1893, ont été en marche pendant 300 jours et 4,708 heures. Le nombre moyen d'engins en service a été en moyenne de 3,2 par jour, alors qu'il n'avait été que de 1,6 en 1887.

Les recettes provenant de l'outillage hydraulique ont été en 1893 de 37,734 fr. 54, et les dépenses de 24,756 fr. 73. Les recettes nettes, qui se sont élevées à 12,977 fr. 81, représentent seulement 2,3 p. 100 du montant des frais d'établissement, qui ont été de 574,875 francs; et encore ce résultat n'a-t-il été obtenu que grâce au grand travail fourni par l'élévateur.

Le chemin de fer de l'État possède à *Spoorweghaven* :

1 grue fixe à main de	30,000 kilogr.
1 grue fixe à main de	4,000
8 grues mobiles à vapeur de	1,500
2 grues mobiles à vapeur de	3,000
1 élévateur pour charger les charbons à bord des bateaux de navigation intérieure	15,000

Indépendamment de ces divers engins, les chantiers de construction de Feijenoord disposent d'une grue fixe à vapeur de 60,000 kilogrammes, et des particuliers tiennent à la disposition du commerce deux grues flottantes de 15,000 et 20,000 kilogrammes de puissance.

La ville de Rotterdam, qui avait depuis un certain temps déjà en essai une grue électrique de 1,500 kilogrammes, vient d'en commander six autres qui seront placées à Wilhelmina Kade. Ces grues pourront soulever 1,500 kilogrammes à 15 mètres de hauteur; la dépense garantie est de 315 watts à l'heure [1] avec une

[1] Bien que la dépense garantie soit de 315 watts, on espère que la dépense réelle ne dépassera pas 240 watts, ainsi que cela a lieu à Hambourg.

tension de 440 volts. Les grues n'emploieront de l'électricité que pendant le levage et le virage; à la descente une certaine quantité d'électricité sera renvoyée au réseau, parce que les moteurs prendront alors un sens de rotation inverse. Chacun de ces engins coûtera 23,205 francs.

On espère que cette installation donnera des résultats financiers plus rémunérateurs que ceux obtenus par l'emploi de l'eau sous pression; de plus, la gelée ne sera pas à redouter.

L'électricité a déjà été installée avec succès pour actionner les divers appareils de levage des magasins édifiés sur Wilhelmina Kade.

Il est entré à Rotterdam, en 1893, 4,770 navires de mer jaugeant 3,614,654 tonneaux et 96,421 bateaux de navigation intérieure cubant 8,363,358 mètres. En 1887, il n'était arrivé que 4,153 navires de mer jaugeant 2,488,284 tonneaux.

Aux deux anciennes formes flottantes de 48 et de 90 mètres de longueur, ayant une force de soulèvement de 2,000 et de 4,000 tonneaux, il en a été ajouté une troisième. Celle-ci, mise en service le 3 janvier 1893, a 110 mètres de long et une puissance ascensionnelle de 6,000 tonnes; elle peut recevoir des navires de 130 à 140 mètres de longueur et de 7 mètres de tirant d'eau. Ce nouvel appareil a coûté 1,638,000 francs, y compris 84,000 francs de dépenses pour agrandir le bassin. Les deux premiers étaient revenus à 2,268,000 francs.

CANAL DE LA MER DU NORD.

Dans le port d'Ymuiden, l'on maintient au moyen de dragages un chenal ayant 150 mètres de largeur à (— 9 m. 60) sous AP et 250 mètres à (— 8 m. 60). Le niveau moyen des pleines mers est de (0 m. 79) et celui des basses mers de (— 0 m. 85).

Le chenal allant de l'avant-port aux écluses a 1,430 mètres de longueur; sa largeur au plafond, établi à la cote (— 9 m. 60), est de 35 mètres.

Pour obtenir ces résultats, l'on a dû, pendant les six dernières années, draguer les cubes indiqués ci-dessous :

ANNÉES.	CUBE DES DRAGAGES			
	EN DEHORS de l'entrée.	EN DEDANS de l'entrée.	DANS le chenal d'accès aux écluses.	TOTAUX.
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
1888.............	56,370	376,055	30,900	463,325
1889.............	59,605	364,200	14,485	438,290
1890.............	82,848	368,917	18,710	470,475
1891.............	61,325	402,575	20,300	484,200
1892.............	87,905	751,455	39,120	878,480
1893.............	60,955	560,955	24,350	646,260

Le port pour pêcheurs, établi sur la rive sud du canal extérieur à 800 mètres environ des musoirs des petites jetées, est en voie d'achèvement; il a une superficie de 6 hectares et demi, et est creusé à (— 5 m. 10). Sa longueur est de 510 mètres et sa largeur au plafond varie de 100 à 145 mètres; la passe d'entrée n'a que 30 mètres de large. Un quai de 430 mètres de longueur est construit sur la rive nord pour permettre le déchargement, l'emballage et l'expédition du poisson; les autres rives restent en talus.

Des travaux importants sont en cours d'exécution sur le canal de la mer du Nord, afin de permettre aux plus grands navires d'arriver jusqu'à Amsterdam. Une nouvelle écluse est construite à Ymuiden, et la section transversale du canal est accrue en largeur et en profondeur.

Le niveau normal du plan d'eau dans le canal reste fixé comme précédemment à 0 m. 50 au-dessous de AP, mais la cuvette va être creusée à (— 9 m. 10). Le plafond, primitivement établi à (— 7 m. 50), a déjà été descendu à (— 8 m. 20). La largeur minima au plafond, qui n'était que de 20 mètres sur une assez grande

longueur, est portée à 25 mètres en voie courante et à 32 mètres dans les garages, dont la longueur totale atteindra le quart de celle du canal. Les travaux sont déjà terminés sur près de 13 kilomètres; ils seront achevés en 1896 ou 1897.

La nouvelle écluse d'Ymuiden est établie au nord, parallèlement et à 180 mètres de distance de l'ancienne sur une dérivation. Celle-ci a, en aval du nouvel ouvrage, 1,300 mètres de longueur et 48 mètres de largeur au plafond établi à (— 9 m. 60). En amont de l'écluse, la dérivation, dont le plafond se trouve à (— 9 m. 10), a 53 mètres de largeur sur 1,500 mètres de longueur.

L'écluse de 282 m. 16 de longueur totale ne comprend qu'un seul sas de 225 m. 77 de longueur utile. Une tête d'écluse placée intermédiairement divise le sas en deux parties ayant des longueurs utiles de 144 m. 45 et de 70 m. 44. Les écluses, dont la largeur est de 25 mètres, ont leurs hauts radiers à la cote (— 10 m. 10). Chacune des trois têtes d'écluse est munie d'une paire de portes d'èbe et d'une paire de portes de flot.

L'écluse aval a son couronnement établi à la cote (5 mètres); la haute mer du 12 décembre 1883 est montée à la cote (3 m. 30); les deux autres écluses sont arasées à la cote (3 m. 60). Toutes trois sont fondées dans une enceinte jointive de pieux sur une plate-forme en béton descendue jusqu'à (— 13 m. 70), et ayant 44 m. 20 de largeur sur 44 m. 50 de longueur pour les écluses extrêmes et 43 m. 50 de longueur pour la tête intermédiaire. Les parements vus des bajoyers sont verticaux jusqu'à la cote (— 3 mètres); au-dessus de ce niveau, ils présentent un fruit de $\frac{1}{10}$.

Les bajoyers du sas ont une forme curviligne en plan, les flèches étant de 0 m. 50 et de 1 m. 50 pour les deux parties du sas ayant 37 m. 83 et 111 m. 83 de longueur. Ils sont fondés dans une enceinte de pieux sur une plate-forme en béton de 11 mètres de largeur et de 2 m. 50 d'épaisseur descendue à (— 13 m. 70). Les parements vus des bajoyers du sas ont un fruit de $\frac{1}{35}$ au-dessous de la cote (— 3 mètres) et de $\frac{1}{10}$ au-dessus de ce niveau.

Les radiers du sas, ainsi que l'avant et l'arrière radiers, dont les longueurs respectives sont de 55 et de 44 mètres, sont formés de gros blocs artificiels en béton, posés à côté les uns des autres, surmontés d'un pavage en maçonnerie de briques de peu d'épaisseur. Ces blocs ont 1 m. 50 et 1 m. 80 de largeur, 1 mètre et 1 m. 20 de hauteur et 2 mètres environ de longueur.

Les extrémités des avant et arrière radiers arasés à (— 10 m. 60) sont défendues par des lignes jointives de pieux enfoncés jusqu'à (— 14 m. 60).

Les manœuvres d'eau pour la vidange et le remplissage du sas se font au moyen d'un aqueduc de 3 mètres de hauteur et de 2 mètres de largeur établi dans chacun des bajoyers. Ces aqueducs communiquent avec le sas par onze branchements de 1 m. 20 de hauteur et de 0 m. 90 de largeur.

Les maçonneries en élévation sont exécutées en briques et pierres de taille.

Le béton employé est de deux natures différentes. Le béton de trass est formé de 6 volumes de chaux hydraulique éteinte, de 7 de trass, de 5 de sable de rivière et de 17 de pierres cassées ou bricaillons. Le béton de ciment de Portland comprend 1 volume de ciment, 2 de sable et 3 de pierres.

Le terrain de sable, à travers lequel est fondée l'écluse, est imperméable; les seules rentrées d'eau un peu notables ont lieu par trois trous de sonde, qui ont été pratiqués au milieu des têtes d'écluse.

Ces sondages, descendus jusqu'à 21 mètres sous A P, constituent de véritables puits artésiens débitant un volume d'eau tel que les fouilles n'ont pu être asséchées jusqu'au fond. Dans ces conditions, l'enlèvement des déblais et le coulage du béton de fondation dans les enceintes de pieux ont dû être effectués sous une couche d'eau d'une certaine hauteur.

Le coulage du béton s'est cependant fait dans de bonnes conditions, sauf au-dessus des trous de sondage; en ces endroits, le

béton a été traversé par les eaux artésiennes et en partie délavé. Pour remédier à cette situation et refaire le béton qui laissait à désirer, l'on a eu recours à l'emploi de l'air comprimé dans des conditions qui méritent d'être signalées.

Au-dessus de chacun des trois trous de sonde, l'on est venu établir une coupole en béton de 1 m. 40 d'épaisseur et de 1 m. 65 de flèche, qui a été revêtue intérieurement et extérieurement d'un enduit en mortier de ciment de Portland pur. Au-dessus de ces coupoles, formant chambres de travail, a été disposée une cheminée avec sas à air pour le passage des ouvriers et des matériaux. Il a suffi alors d'une pression relativement faible, 0 kilogr. 600, pour enlever sur toute sa hauteur, 2 m. 10 environ, le béton avarié, et le refaire dans de bonnes conditions, en laissant au milieu un tuyau métallique vertical de 0 m. 20 de diamètre servant à l'écoulement des sources.

Les eaux s'échappent par ce tuyau sans déterminer de souspression sous le radier; elles sont enlevées des fouilles au moyen de pompes. Ces écoulements d'eau seront maintenus jusqu'à la mise en eau de l'écluse, moment où les tuyaux seront obturés Jusqu'à présent les eaux passent très claires, et il ne paraît pas y avoir entraînement de sable. L'on doit cependant toujours craindre qu'à un moment donné, il ne se produise quelques vides sous les fondations et qu'il n'en résulte des tassements.

L'écluse et la dérivation avec tous les travaux accessoires sont estimés devoir coûter 11,550,000 francs.

Les trois machines d'épuisement installées aux écluses d'Orange en vue de maintenir à certains moments, et concurremment avec les pertuis accolés aux écluses d'Ymuiden et d'Orange, le plan d'eau dans le canal à son niveau normal ne suffisent pas toujours pour atteindre ce but. Ces pompes ne peuvent, en effet, élever que 2,000 mètres cubes d'eau à la minute à une hauteur de 2 m. 20. On a alors commencé l'installation, au sud de l'écluse d'Orange, d'une nouvelle machine d'épuisement d'une puissance de 300 che-

vaux en eau montée. Cette machine comprend six roues à aubes d'un diamètre de 8 m. 50 et d'une largeur de 3 mètres.

En 1893, le mouvement de la navigation, tant à l'entrée qu'à la sortie et y compris les bateaux de pêche, a été à l'écluse d'Ymuiden de 8,843 navires cubant 10,227,653 mètres. En 1887, il n'avait été que de 6,256 navires jaugeant 8,214,732 mètres cubes.

Aux écluses d'Orange, il est passé, en 1893, 89,005 bateaux dont 14 navires de mer, et en 1887, 89,437 bateaux dont 31 de mer.

AMSTERDAM.

Le port d'Amsterdam a subi peu de modification depuis 1888. Le bassin à pétrole a été terminé, et les installations de l'Handels Kade ont été développées.

Le bassin à pétrole, auquel on accède par deux pertuis larges de 31 mètres, fermés par des caissons mobiles en tôle, a la forme d'un fer à cheval; il a 911 mètres de long et 171 mètres de large; il est creusé à (— 8 m. 20), sa superficie est de 15 hectares et demi. Les terre-pleins qui l'entourent ont une surface de 12 hectares.

Les frais d'établissement de ce bassin, non compris les acquisitions de terrain ni les raccordements par chemins de fer, ont été de 735,000 francs.

Deux compagnies particulières exploitent une partie du bassin. L'une d'elles a loué au nord une superficie de 3 hectares, sur laquelle elle a établi cinq réservoirs citernes d'une contenance totale de 105,000 barils ou 194,250 hectolitres, des hangars et magasins ayant une superficie de 10 ares pour loger les barils pleins et des ateliers pour la mise en barils. Cette société verse à la Ville une redevance annuelle de 12,600 francs, plus la moitié des bénéfices dépassant 6 p. 100 du capital.

La seconde compagnie occupe au sud du bassin, moyennant

une redevance annuelle de 15,414 francs; une superficie de 1 hect. 80, sur laquelle elle a construit trois réservoirs citernes d'une contenance totale de 72,000 barils ou 133,200 hectolitres, et les bâtiments accessoires nécessaires à l'exploitation.

Les chaudières à vapeur, que comprennent ces deux installations, sont placées à une certaine distance en arrière des réservoirs, magasins et ateliers.

En 1892, il a été importé à Amsterdam 507,800 barils ou 939,430 hectolitres d'huile de pétrole.

Le Handels Kade est maintenant protégé du côté du nord par une digue qui lui est parallèle à une distance de 230 mètres. Cette digue a été construite en 1890 sur 1,700 mètres de longueur pour supprimer l'agitation qui se produisait le long de l'Handels Kade par les vents du nord; elle est destinée à former la partie centrale d'un nouveau môle parallèle à l'Handels Kade; ce môle, accostable des deux côtés, aura 107 mètres de largeur ainsi répartis : sur chacune des rives, une bande de 9 mètres de largeur destinée à l'établissement de voies ferrées et de grues sur portiques; puis un espace de 26 mètres de large affecté à la construction de hangars et de magasins, et au milieu un terre-plein de 37 mètres de large, sur lequel seront établies des voies ferrées et une voie charretière.

Ce môle, et d'autres, également prévus dans l'Y, seront établis au fur et à mesure des besoins nécessités par le développement du trafic.

Le bassin compris entre l'Handels Kade et la digue du large a 13 hectares de superficie. Il est creusé à (—8 m. 20).

L'Handels Kade a 2,000 mètres de longueur et 59 mètres de largeur, sauf à l'extrémité occidentale où la largeur, sur 110 mètres de long, est de 85 mètres. La Ville a loué à diverses entreprises de navigation une surface de 42,688 mètres carrés, à raison de 5 fr. 25 par mètre carré et par an. Sur cette superficie, il a été édifié quatre magasins ayant de un à cinq étages avec une surface

totale de 34,500 mètres carrés de planchers et six hangars généralement d'assez grandes dimensions.

Les hangars et les magasins sont, suivant les conventions, établis par les soins et aux frais de la Ville ou des locataires; dans le premier cas, la Ville perçoit alors une redevance supplémentaire pour le hangar ou le magasin. Dans la plupart de ces magasins, on emploie pour la manutention des marchandises l'eau sous pression, que la Ville fournit à raison de 1 fr. 05 le mètre cube.

Indépendamment des hangars et magasins, la Ville possède sur l'Handels Kade un outillage hydraulique, mis à la disposition du public moyennant tarifs et comprenant :

1 grue fixe de	30,000 kilogr.
25 grues mobiles de	1,500
1 grue fixe de	3,000
1 grue mobile de	6,000
6 cabestans mobiles de	1,000
8 treuils mobiles de	1,000

En 1893, les pompes qui compriment l'eau ont fonctionné pendant 5,443 heures en 326 jours. Le nombre d'engins en service a été en moyenne de 10 par jour. Les recettes provenant de l'emploi des appareils hydrauliques n'ont été que de 53,316 francs, alors que les dépenses se sont élevées à 56,395 francs. Les recettes progressent régulièrement depuis quelques années, elles ne tarderont pas à couvrir les frais d'exploitation. L'établissement de l'outillage hydraulique a coûté 1,197,000 francs.

La grue à vapeur de 80,000 kilogrammes placée à l'extrémité ouest de l'Handels Kade n'a pas été transformée pour marcher au moyen de l'eau sous pression, comme il avait été question de le faire.

A l'extrémité est de l'Handels Kade, le chemin de fer hollandais a établi un élévateur pour embarquer le charbon et le coke. Cet appareil, qui fonctionne avec de l'eau sous pression fournie par la

Ville au prix de 1 fr. 05 le mètre cube, a déchargé 2,539 wagons en 1893.

Il est entré à Amsterdam, en 1893, 1,558 navires cubant ensemble 4,512,347 mètres cubes. Le mouvement commercial en 1887 n'avait été que de 1,600 navires jaugeant 3,693,747 mètres cubes.

Paris, le 3 mai 1895.

L'Inspecteur général,

QUINETTE DE ROCHEMONT.

SÉPARATION DE LA MEUSE ET DU WAHAL.

NOTICE

par M. Guiard, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Les organisateurs du VI^e Congrès de navigation intérieure ont compris dans le programme des excursions une visite aux travaux de séparation de la Meuse et du Wahal.

Cette visite, faite sous la direction de M. Schennebelée, ingénieur en chef, et de M. Tutein Nolthénius, ingénieur du Waterstaat, présentait un intérêt tout particulier, tant au point de vue de la conception que de l'exécution des travaux.

Dans un pays comme la Hollande, où des provinces tout entières ont été pour ainsi dire arrachées à la mer, les travaux de défense contre les eaux ont une importance primordiale, et les ingénieurs du Waterstaat y ont acquis une compétence exceptionnelle.

Ces travaux peuvent consister soit en rectification des cours d'eau naturels, de façon à améliorer les conditions d'écoulement, soit en construction de digues destinées à mettre les terrains bas à l'abri des inondations.

Les projets de séparation de la Meuse et du Wahal comprennent ces deux natures de travaux.

I. Exposé du programme des travaux [1].

Nous rappellerons qu'actuellement les eaux de la Meuse supérieure se réunissent à celles du Wahal à Woudrichen, pour se jeter dans la Merwede supérieure et, de là, déboucher dans la mer du Nord soit par l'un des deux bras de mer commandés par le Hollandsch Diep, soit par l'un des bras de la Meuse en aval de Rotterdam.

En cas de crue du Wahal, une autre communication est établie entre les deux rivières au moyen d'un déversoir établi à Heerewarden et pouvant rejeter dans la Meuse un cube atteignant 1,100 mètres par seconde.

Si l'on remarque qu'en cas de grande crue cette dernière rivière, dont le débit moyen varie de 190 à 290 mètres, reçoit de l'amont un cube d'eau pouvant atteindre 2,700 mètres par seconde, on voit qu'elle doit assurer, dans certains cas, l'écoulement de 3,800 mètres.

Bien que la Meuse, à partir de Mook, comporte un lit majeur dont la largeur varie de 1 kilomètre à 1 kilom. 500, elle serait absolument incapable de satisfaire à cette condition si deux déversoirs, établis l'un à Beers, de 4,000 mètres, l'autre à Bokhoven, de 3,000 mètres de largeur, ne permettaient l'écoulement de 1,100 mètres cubes pour l'un et 800 mètres cubes pour l'autre dans des plaines basses formant un second lit majeur endigué de 500 à 4,000 mètres de largeur, régnant sur 46 kilomètres de longueur.

Le débouché des eaux de ces plaines se fait quand la crue de la Meuse est de courte durée dans la Dieze, affluent de cette rivière passant par Bois-le-Duc; quand la crue dure plus longtemps, les eaux se répandent à l'ouest dans de nouvelles plaines également entourées de digues, pour, de là, gagner l'Amer par le

[1] Les renseignements de cette notice sont tirés des rapports très complets et très intéressants de M. Tutein Nolthénius.

déversoir de Baardwijk et par la vallée d'un cours d'eau désigné sous le nom de Vieille Meuse.

On voit qu'en somme, dans l'état actuel, l'écoulement des eaux de la région comprise entre le Wahal et la Meuse n'est assuré qu'au moyen de vastes champs d'inondation et dans lesquels elles sont amenées par plusieurs déversoirs aménagés d'avance.

Malgré ces déversoirs, il arrive fréquemment que les eaux de crue entraînent de graves ruptures dans les digues du lit majeur de la Meuse.

D'un autre côté, pendant la saison des glaces, au moment du dégel, il se produit en aval du déversoir de Heerwaarden de forts embâcles causés dans le Wahal par l'affaiblissement du courant, et dans la Meuse par la masse de glaçons passant par-dessus ce déversoir.

Enfin le Wahal entre assez régulièrement en crue au mois de juin, par suite de la fonte des neiges, et sa réunion avec la Meuse à Woudrichen a pour effet de bander les eaux de cette dernière rivière et d'empêcher l'asséchement des prairies riveraines.

Ces diverses considérations, jointes à l'intérêt qu'il peut y avoir à débarrasser la Merwede des eaux de crue de la Meuse, ont déterminé les ingénieurs à proposer la modification du régime compliqué que nous venons de décrire et la séparation complète des deux rivières.

La loi du 26 janvier 1883 a approuvé ces propositions.

Il fut décidé que la partie inférieure de la Meuse entre Heusden et Woudrichen serait fermée par une digue insubmersible près d'Andel, à quelques kilomètres de cette dernière localité, et remplacée par une nouvelle rivière creusée dans les terres formant la vallée de la Vieille Meuse et débouchant dans l'Amer convenablement aménagé.

En même temps, le déversoir de Heerewaarden dut être remplacé par une digue insubmersible. Il a seulement été stipulé que,

jusqu'au complet achèvement des travaux, la crête de cette digue resterait arasée à 0 m. 25 en contre-bas de la plus forte crue du Wahal [1].

La longueur de la nouvelle embouchure depuis Heleind, à l'amont d'Heusden, jusqu'au Hollandsch Diep est de 35 kilomètres.

La rectification de l'Amer considérée comme rivière à régime maritime a été prévue avec un lit unique : la nouvelle rivière a été disposée de façon à ménager la transition de ce profil au profil avec lit majeur adopté pour la Meuse supérieure.

Il résulte de là qu'entre Heleind et Keizersveer la largeur et la profondeur du lit mineur doivent aller en croissant de l'amont vers l'aval, tandis qu'au contraire la largeur du lit majeur diminue régulièrement.

On a d'ailleurs eu soin de placer le lit majeur, sur toute sa longueur, du même côté de l'axe de la rivière, de façon à réduire de moitié le nombre des digues basses et à faciliter en même temps l'exploitation des terrains constituant ce lit.

La Meuse n'étant pas utilisée dans la partie aval pour la navigation, à cause de la difficulté de traversée du Hollandsch Diep, on ne s'est pas préoccupé des règles posées par M. Fargue pour le maintien des chenaux : on a seulement pris le soin de réduire de 1/6 la largeur du lit mineur aux points d'inflexion.

[1] En raison de ce déversement des eaux de crue, la digue est constituée de la manière suivante :

Sa largeur en crête est de 3 mètres à 5 m. 50 ; l'inclinaison du talus varie du côté de la Meuse de 5 à 7 de base pour 1 de hauteur; du côté du Wahal, elle n'est plus que de 2 1/2 pour 1.

Le talus du côté du Wahal est gazonné; la crête, le talus du côté de la Meuse et une risberme de 3 mètres de largeur au niveau du terrain naturel sont recouverts d'un empierrement ainsi constitué : deux épaisseurs de briques posées à plat sur le terrain, recouvertes d'une couche de brique concassée de 0 m. 10 d'épaisseur et enfin d'un revêtement en blocs de basalte du Rhin non équarris et ayant environ 0 m. 25 d'épaisseur sur 0 m. 20 × 0 m. 60.

Les joints sont remplis de briques concassées, tout mortier étant interdit.

On a creusé le plafond horizontalement, mais en enlevant toute la tourbe, de façon à assurer un fond mobile permettant aux eaux de compléter, par des corrosions naturelles, s'il y a lieu, les creusements effectués de mains d'hommes.

Les déblais étant faits dans des terrains sablonneux, les talus sont inclinés à 5 ou 10 de base du côté concave et à 10 de base du côté convexe pour 1 mètre de hauteur.

Aucune défense n'est exécutée d'avance, et les ingénieurs ont l'intention de recouvrir les talus de pierres, au fur et à mesure que les éboulements viendraient à se produire. Ils ont d'ailleurs, pour parer à cette éventualité, réservé, tout le long des rives, une zone de 10 mètres de largeur entre l'arête du talus et le pied des digues basses destinées à limiter le lit mineur.

Ces digues basses, dont la hauteur est calculée en chaque point de manière à protéger les terrains du lit majeur contre les crues d'été et les marées ordinaires, sont construites avec des talus de 10 de base pour 1 mètre de hauteur.

Les digues du lit majeur servent de dépôt aux déblais provenant du lit mineur, ce qui a permis de leur donner un profil considérable.

Elles ont en amont une hauteur supérieure à celles des digues actuelles; en aval, elles dépassent de 2 m. 30 les plus fortes marées; leur altitude moyenne, au-dessus du terrain, varie entre 4 et 5 mètres.

Leur largeur en crête est de 10 mètres. Du côté des terres, les talus ont une inclinaison de 2 à 3 de base pour 1 de hauteur; du côté de la rivière, ils présentent des inclinaisons de 5 de base pour 1 de hauteur en contre-bas du niveau des crues, et de 3 de base pour 1 de hauteur au-dessus de ce niveau.

Toutes ces digues sont revêtues d'une couche d'argile gazonnée qui, du côté exposé aux eaux, a une épaisseur de 1 mètre comptée normalement aux talus.

Partout où la digue haute confine au lit mineur, elle en est

séparée par une risberme de 15 mètres de largeur dont la plateforme est à la cote adoptée pour les digues basses.

Nous donnons, pl. II, fig. 1 et 2, le profil adopté pour la section de la nouvelle rivière.

Il est intéressant de constater qu'ici les ingénieurs hollandais ont préféré substituer aux ouvrages en fascinages ou en blocs des digues en terrain naturel, protégées simplement par du gazon, mais résistant par le fait seul de l'adoucissement des pentes.

Nous retrouvons là une application du principe des plages inclinées qui est appelé, suivant nous, à se généraliser dans l'amélioration des rivières.

S'il est nécessaire de conserver des talus assez raides le long des rives concaves où les chenaux doivent être fixes, il peut y avoir, au contraire, à toutes sortes de points de vue, intérêt à substituer aux travaux dispendieux qu'on fait aujourd'hui pour défendre des rives convexes plus ou moins accores l'établissement de talus à pentes douces qui pourrait se faire au moyen d'expropriations généralement peu coûteuses et dont l'entretien ne nécessitera que peu de frais.

Ce que nous venons de dire s'applique aux digues construites dans la nouvelle rivière : ce ne serait évidemment pas applicable aux digues basses le long de l'Amer, coulées dans une sorte de vaste estuaire intérieur.

Celles-ci sont arasées à 0 m. 64 au-dessus des basses mers et à 1 m. 33 au-dessous des hautes mers.

Elles ont une largeur de 3 mètres en couronne avec talus inclinés à 2 de base pour 1 de hauteur et sont défendues de chaque côté par des risbermes de 10 mètres de largeur : elles sont construites au moyen de radeaux de fascines en contre-bas des basses mers avec tunages ordinaires au-dessus de ce niveau.

La partie la plus importante des travaux qui nous occupent consiste dans le creusement de la nouvelle rivière et la construction des digues que nous venons d'indiquer.

Il faut y joindre aussi l'approfondissement d'un ancien canal partant d'Heusden, reliant la nouvelle rivière au bras de Woudrichem et destiné à assurer, au moyen d'une écluse de 120 mètres de longueur sur 13 mètres d'ouverture accolée au barrage d'Andel, la navigation entre la Meuse supérieure et le Wahal.

Il faut signaler aussi que les communications entre les deux rives de la nouvelle rivière seront assurées par deux ponts à Heusden dont un sur le canal à travée tournante, et quatre bacs dont un en amont d'Heusden, un à Drongelen, un à Hagoort et le dernier à Keizersveer.

Nous terminerons enfin cet exposé en signalant un travail intéressant en cours dans le Hollandsch Diep entre le pont de Moerdijk et l'embouchure de l'Amer.

Il s'était formé entre le pont et le port du Lage Zwalluwe une rade de 200 mètres de largeur et de 2 kilomètres de longueur, dont la profondeur augmentait depuis quelques années d'une façon inquiétante.

Le fond de cette rade était à la cote 19 mèt. — AP[1], à 50 mèt. de distance de la digue nord du Hollandsch Diep.

Cette digue commençait à être en danger, et de plus, comme conséquence de l'approfondissement exagéré de la rade, le banc existant sur plus de 1 kilomètre de longueur, en aval de l'embouchure de la nouvelle Merwede, s'étendait de plus en plus vers le nord jusqu'à fermer l'embouchure de l'Amer.

Les ingénieurs, pour arriver à rejeter les eaux au nord, résolurent de remblayer cette rade au moyen de deux plateaux sous-marins dont la plate-forme serait à la cote 5 mètres ou 6 m. — AP.

Ces plateaux, distants l'un de l'autre de 700 mètres environ, ayant chacun 190 mètres de longueur sur 150 mètres de largeur, doivent d'ailleurs être reliés chacun à la rive gauche par trois

[1] AP. Représente le zéro d'Amsterdam.

bandes de radeaux formant épis noyés de 20 mètres de largeur sur 100 mètres de longueur environ.

Nous avons indiqué, dans ce qui précède, l'ensemble des travaux que les membres du Congrès ont eu à examiner dans leur excursion du 31 juillet 1894.

II. Compte rendu de la tournée.

Embarqués au pont de Moerdijk, à peu de distance de la rade dont nous venons de parler, nous avons suivi le Hollandsch Diep, nous sommes passés devant l'embouchure de la nouvelle Merwede, nous avons suivi l'Amer, la nouvelle rivière jusqu'à la digue qui la sépare provisoirement de la Meuse.

De là, nous avons pris de nouveaux bateaux qui nous ont conduits par le canal d'Heusden dans la partie de cette rivière débouchant actuellement dans le Wahal.

Après une visite au chateau de Lœvestein, célèbre par l'emprisonnement d'Hugo de Groot, nous avons terminé notre excursion en débarquant à Gorinchem sur le Wahal.

Nous avons donc suivi, sur toute sa longueur, le tracé des travaux prévus par la loi de 1883.

Sans revenir sur les grandes lignes de ces travaux, nous croyons intéressant de relater ici certains détails de construction qui nous ont été donnés soit dans la notice spéciale à l'excursion, soit en cours de route.

Des deux plateaux sous-marins dont nous avons parlé tout à l'heure dans le Hollandsh Diep, l'un a été terminé l'année dernière, l'autre est en cours de construction.

Ces plateaux sont formés d'un noyau de sable recouvert de radeaux en fascines et de moellons, tant à la partie supérieure que sur les talus jusqu'à 4 mètres en contre-bas de la plate-forme. (Voir pl. II. fig. 3.)

En raison de la faible inclinaison de ce talus, qui sous l'action des courants atteint 10 de base pour 1 de hauteur et aussi des pertes inévitables, on a employé, pour le plateau exécuté en 1894, 510,000 mètres cubes de sable et 44,581 mètres carrés de radeaux : ces derniers ont été lestés avec 23,000 tonnes de moellons.

Six dragues étaient occupées à ce travail, dont quatre à godets et deux à succion; elles étaient desservies par 11 remorqueurs et 30 chalands à clapets.

Le prix de revient du mètre cube dragué était de 0 fr. 20 environ.

Le travail produit était de 60 à 70,000 mètres cubes par semaine.

Dans le même temps, on mettait en place de 5,000 à 8,000 mètres carrés de plate-formes, l'échouage n'ayant lieu que pendant l'étale de B. M. Pour arriver à ce résultat, on échouait par jour un radeau dont les dimensions étaient de 20 m. × 60 m. sur une épaisseur de 0 m. 43.

Nous avons pu suivre un de ces radeaux depuis la construction jusqu'à la mise en place.

Ils se composent d'abord de trois couches de fascines serrées par des cordes entre deux grillages de 0 m. 90 de côté formés par des saucissons de 0 m. 40 de circonférence et cerclés de 6 harts très flexibles par mètre courant. Ils sont ensuite complétés par des clayonnages de 0 m. 18 de hauteur disposés sur des piquets plantés à raison de trois par mètre courant sur les saucissons supérieurs : ces clayonnages règnent tout le long des deux premiers cours de saucissons, et de deux en deux cours dans la partie centrale. Ils comportent aussi une série de coffrages dans lesquels le lest sera retenu.

Huit anneaux en cordage placés sur le deuxième saucisson sont répartis sur les quatre côtés qui servent à fixer les bouées destinées à repérer la place définitive du radeau coulé.

On prévoit aussi, tout autour de ce radeau, une série de cordelles formant boucles dans lesquelles passent les cordages destinés à le suspendre aux chalands dont il sera parlé tout à l'heure.

Plus loin des bords, enfin, sont disposés 12 poteaux d'amarrage formés chacun de 8 piquets solides et sur lesquels sont attachées, au moyen de boucles très larges et faciles à retirer, des amarres reliées aux ancres assurant la fixité du radeau pendant la durée du lestage.

Pour cette opération, on entoure le radeau de 8 chalands pontés chargés de blocs et portant les hommes nécessaires : ces chalands sont solidement fixés au moyen de leurs ancres; on fait partir de chacun d'eux une corde passant dans les boucles dont il a été parlé plus haut et se refermant sur les chalands mêmes.

Les hommes se répartissent ensuite sur le radeau et procèdent au chargement des différents coffrages, en commençant par ceux du milieu, à la main et en faisant la chaîne.

Lorsque le radeau qui commence à s'enfoncer par la partie centrale n'émerge plus que d'une faible quantité sur les rives, les hommes remontent sur les chalands, achèvent du bord le lestage, et, au moment où le radeau est prêt à couler, tous les bouts le reliant aux chalands sont lâchés simultanément.

L'opération de l'échouage est terminée : on retire ensuite les ancres au moyen de leurs orins, et les amarres qui étaient fixées par de simples boucles sont reprises très facilement.

Les blocs jetés pendant l'échouage ne constituent que le lest provisoire, et, une fois le radeau en place, les mêmes chalands dont nous venons de parler continuent à le charger jusqu'à l'opération du lendemain.

Il résulte de là que le matériel naval est occupé toute la journée, de telle sorte que la dépense de main-d'œuvre et de location de matériel pendant l'échouage des radeaux ne revient qu'à 0 fr. 65 par mètre carré.

La dépense de fourniture des fascines et du lest provisoire revient à 2 fr. 31, ce qui permet d'arriver à un chiffre total de 2 fr. 96 par mètre superficiel(1).

Ce prix n'a pas été atteint pour les radeaux employés à la construction des digues de l'Amer qui sont revenues en moyenne à 2 fr. 05 par mètre.

La première couche dont les risbermes faisaient partie était composée de radeaux ayant, comme ceux du Hollandsch Diep, 1,200 mètres carrés de superficie, et l'on en coulait encore un par jour; mais, pour les couches supérieures, la section de chaque radeau n'était que de 300 mètres carrés et l'on en coulait six par jour.

C'est à l'emploi de ces seconds radeaux, comme aussi à la diminution dans le poids des blocs destinés au lestage que l'on doit attribuer l'économie réalisée.

On avait d'ailleurs eu le soin, pour la couche inférieure, de substituer aux fascines des roseaux qui, plus flexibles, recouvrent mieux le fond et empêchent ainsi les affouillements.

Quoi qu'il en soit, le sous-détail indiqué plus haut suffirait pour établir en France le prix de revient de travaux en fascinages semblables à ceux que nous venons de décrire.

Il faut compter environ, par mètre superficiel, 25 fagots, 0^{t} 05 à 0^{t} 06 de blocs pour lest et ajouter, pour fourniture de

(1) Un radeau de 1,200 mètres carrés comprend :

5,589 mètres de saucissons (6,300 fagots)	562f 23c
952 cordes de serrage de 2 m. 50 de longueur pesant 7 k. 500 les 100 mètres	62 47
3 couches de fascines (22,200 fagots)	1,631 70
1,211 mètres carrés de clayonnage (3,000 piquets, 9,000 lattes)	210 42
16 anneaux en cordages	5 04
12 piquets d'amarrage	12 26
Lest provisoire (72 tonnes de moellons à 4 francs, y compris main-d'œuvre)	288 00
Total	2,772 12

Soit exactement 2 fr. 31 par mètre carré.

piquets, de lattes, de cordes et pour diverses mains-d'œuvre une somme de 1 franc environ.

Nous nous sommes étendu sur le système de construction des radeaux en fascinages, parce qu'il nous a semblé que ce système était susceptible d'être appliqué chez nous.

Même dans certains cas où l'application d'un type de digues avec blocages semble donner des résultats plus économiques que les radeaux, l'avantage peut cependant rester à ces derniers qui, épousant la forme du terrain, empêchent les affouillements.

Nous avons eu maintes et maintes fois, dans notre service, l'occasion de signaler les fouilles profondes se produisant au fur et à mesure de l'avancement de nos digues dans l'estuaire de la Seine, et nécessitant, dans certains cas, des consommations de blocs doubles et triples de celles correspondant au profil du projet.

Nous en sommes arrivé à faire précéder toujours la construction de ces digues par l'établissement d'un tapis d'enrochements de faible hauteur, et nous obtenons par là une amélioration très appréciable.

Il peut se faire que la substitution des radeaux à ce tapis donne encore de meilleurs résultats : l'expérience vaut la peine d'être tentée.

En dehors des travaux d'endiguement, l'exécution du projet de 1883 a comporté des fouilles considérables exécutées soit au moyen d'excavateurs et de wagons, soit au moyen de dragues.

Les excavateurs ne présentent qu'une disposition intéressante :

Nous avons vu dans le cours de cette notice que les digues de la nouvelle rivière devaient être recouvertes, du côté des eaux, d'une couche de 1 mètre d'épaisseur de terre argileuse.

Il était nécessaire d'enlever ces terres à part et, pour y arriver, les ingénieurs eurent l'idée de munir les élindes des excavateurs de châssis tendeurs qui permettaient de donner à la chaîne à godets une direction presque horizontale correspondant, en chaque point, à l'épaisseur de la couche de terre argileuse.

Ces châssis étaient d'ailleurs à charnières et pouvaient se replier en quelques instants contre l'élinde, dans le cas où le travail devait être repris dans les conditions normales.

Le prix de revient s'appliquant à l'ensemble du travail a été calculé par mètre cube à 0 fr. 28, se décomposant de la manière suivante :

Excavateur	0f 0879
Transport des déblais à 3 kilomètres (y compris entretien et déplacement de la voie)	0 0664
Déchargement	0 0747
Épuisement des fouilles	0 0101
Entretien journalier du matériel	0 0242
Surveillance et divers	0 0113
TOTAL	0 2746

Soit 0 fr. 28 environ.

Si l'on tient compte de la valeur du matériel, de l'amortissement, des grosses réparations et des frais généraux, il faut grossir ce chiffre de 0 fr. 20.

Chaque excavateur employé travaillait réellement 10 h. 1/2 par journée de 16 heures et produisait en moyenne 2,367 mètres.

Chaque train était composé de 20 wagons de 7 mètres cubes chacun; il était chargé en 25 minutes et déchargé en 12 min. 1/2. Il marchait avec une vitesse ordinaire de 10 kilomètres à l'heure.

Le personnel de chaque train se composait d'un mécanicien, d'un chauffeur et d'un serre-freins.

16 manœuvres et 1 chef d'équipe suffisaient à assurer le déchargement et à égaliser les remblais.

Les dragages n'ont eu qu'une importance relativement assez faible et les ingénieurs n'ont pas établi leurs prix de revient. Ils signalent seulement l'emploi récent d'un engin particulier sorti des ateliers de Smit à Kinderdjik, et pouvant fonctionner :

1° Comme drague à godets déversant dans les chalands;

2° Comme drague à godets déchargeant directement les matières après les avoir mélangées d'eau par tuyaux de refoulement;

3° Comme machine aspirante pompant les matières dans les chalands en les mélangeant d'eau et les refoulant ensuite par des tuyaux.

Cet engin est pourvu : d'une machine développant 300 chevaux, à une vitesse de 180 tours à la minute; de deux chaudières ayant chacune 72 mètres carrés de surface de chauffe; d'une pompe centrifuge aspirant les matières et les refoulant ensuite, de 1 m. 65 de diamètre sur 0 m. 30 de largeur, et enfin d'une seconde pompe centrifuge destinée à diluer les matières à enlever des chalands, de 1 m. 10 de diamètre.

Aux essais, on a pu draguer dans du sable mélangé de terres grasses avec cet engin :

1° Fonctionnant comme drague ordinaire et envoyant les matières dans des chalands, 150 à 200 mètres cubes à l'heure;

2° Fonctionnant comme drague ordinaire, mais refoulant les matières draguées à une distance de 350 mètres et à une hauteur de 3 m. 50, 120 mètres cubes à l'heure;

3° Fonctionnant comme pompe de succion dans des chalands et refoulant les matières draguées dans les mêmes conditions que ci-dessus, 120 mètres cubes à l'heure.

Si nous remarquons que cet engin n'a que 1 m. 80 de tirant d'eau, nous croyons qu'il pourrait être utilisé avec avantage partout où les lieux de dépôt sont rapprochés du chantier de dragage.

L'équipage se compose d'un mécanicien, de deux chauffeurs, d'un chef dragueur, de quatre manœuvres et d'un mousse.

III. Résultats des travaux.

Nous terminerons cette notice en indiquant les résultats à obtenir pour les travaux décrits ci-dessus.

Il est certain que le régime de la partie inférieure de la Meuse sera complètement modifié par l'ouverture de la nouvelle rivière.

Les ingénieurs admettent que le niveau des basses mers s'abaissera à Heusden de 1 m. 70, et que cet abaissement se propagera jusqu'à Saint-Andries, à 26 kilomètres en amont d'Heusden.

Ils espèrent en même temps, et cela en faisant abstraction des déversoirs de Beers, de Bokhoven et de Baardwijk, qu'en admettant pendant les crues le débit total de 2,700 mètres indiqué plus haut, ce débit ne relèvera le plan des eaux à Heusden qu'à une cote inférieure de 1 m. 70 à celle qu'on obtient aujourd'hui avec le débit réduit par les divers déversoirs.

Si ces résultats se réalisent, on voit qu'on arrivera par là :

1° A soustraire une zone très étendue aux inondations périodiques;

2° A rendre infiniment plus facile l'entretien des digues dont la rupture peut avoir les conséquences les plus graves pour le pays tout entier.

Les dépenses engagées dans ce but s'élèvent à 44 millions de francs.

Ces dépenses paraîtraient considérables dans tout autre pays; en Hollande, elles paraissent faibles eu égard aux désastres qu'elles permettent d'éviter et dont de nombreux exemples peuvent être cités.

Dans la région même qui nous occupe, toutes les eaux du Wahal s'écoulaient autrefois par la Merwede supérieure.

Le Hollandsh-Diep et l'Amer étaient cultivés.

Un immense polder de plus de 43,000 hectares occupait toute la partie du plan joint à cette notice, à gauche d'Heusden et au sud de la ligne brisée Heusden, Woudrichem, Dordrecht, embrassant ainsi le pays d'Altena, le pays de Strijen, l'île de Dordrecht, Mordijk, Gertruidenberg et la Langstraat.

Le 18 novembre 1421, une tempête rompit une partie de la digue occidentale du polder, probablement près du Hollandsh-

Diep; 72 villages furent inondés, 32 disparurent, 100,000 personnes périrent.

Peu de temps après, une nouvelle brèche se forma dans la digue du Wahal qui s'élargit avec une rapidité effrayante, et toute la partie du polder désignée sous le nom de Biesbosch fut submergée.

C'est seulement aujourd'hui, après 450 ans, que, les apports du Wahal ayant relevé petit à petit le sol et ayant ainsi permis la plantation de joncs pour activer ce relèvement, on espère arriver bientôt à la reconstitution du polder.

L'excursion sur les travaux dont il vient d'être donné la description nous a donc permis de voir en même temps des bras de mer créés tout d'un coup, des polders disparus et reformés, une rivière creusée de mains d'hommes, des terrains inondés, définitivement sauvés des eaux.

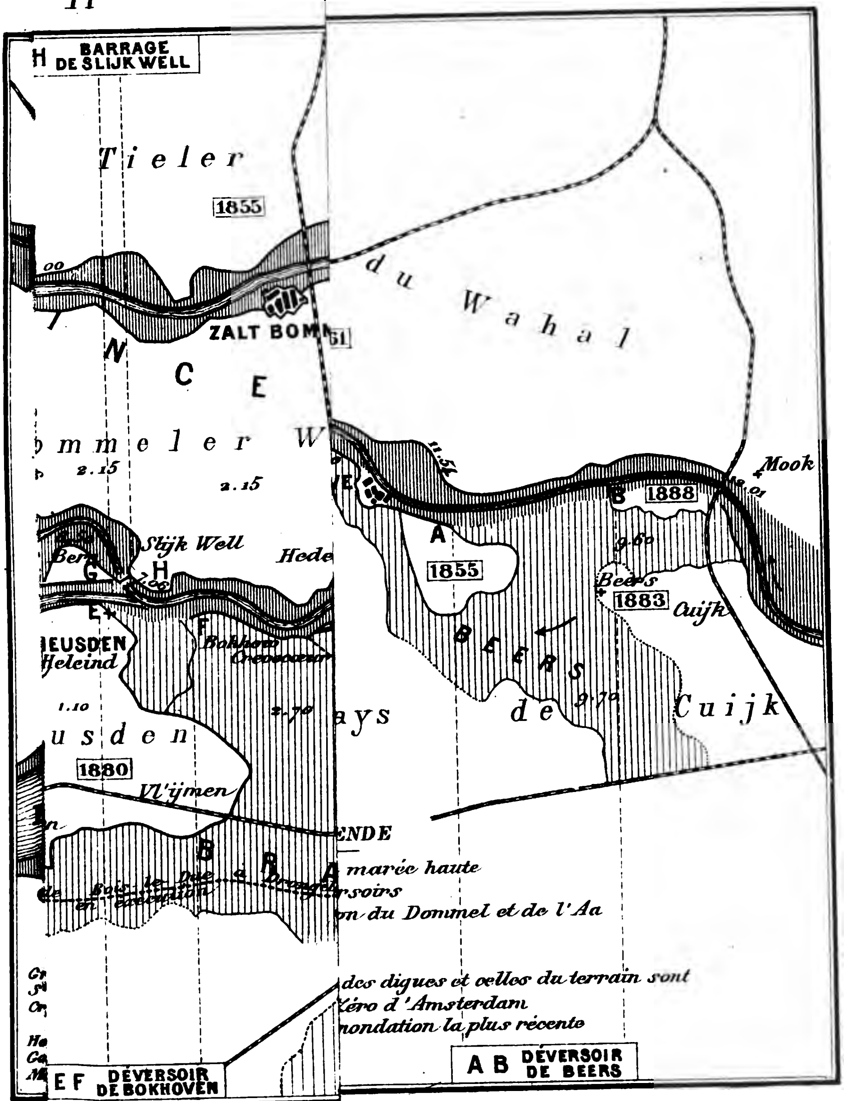
Nous avons pu suivre les divers systèmes de digues employées, et, si dans toute cette tournée nous n'avons vu aucun monument, nous avons tous emporté le souvenir d'une sorte de monotonie pleine de grandeur, puisque, dans tous ces pays plats et un peu brumeux que nous avons traversés, nous sentions le triomphe absolu de l'homme et de l'ingénieur sur les éléments.

G. GUIARD.

ÉPARATION d

rapport de Mr TUTEI

Pl. I.





Pl. II.

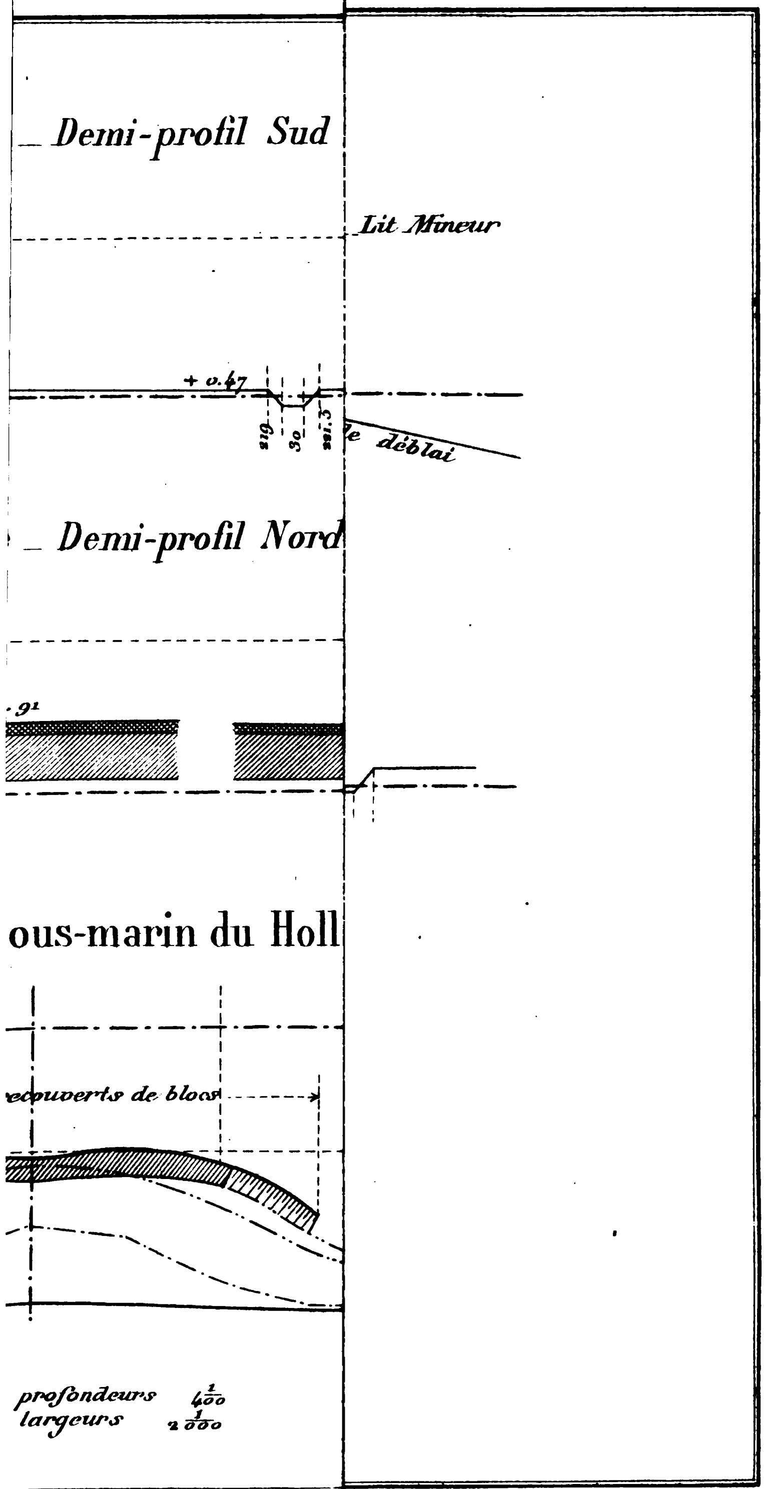

_ Demi-profil Sud
Lit Mineur
+ 0.47
déblai
_ Demi-profil Nord
.91
ous-marin du Holl
ecouverts de blocs
profondeurs 1/400
largeurs 1/2000

TABLE DES MATIÈRES.

I. — PRÉAMBULE.

	Pages.
Organisation du Congrès	1
Ouverture du Congrès	6
Travaux du Congrès	7
Clôture du Congrès	23
Fêtes et excursions	24
Accueil fait à la Délégation française	25

II. — COMPTES RENDUS DES DÉLIBÉRATIONS DU CONGRÈS.

1re Question.

CONSTRUCTION DES CANAUX DE NAVIGATION PERMETTANT UNE EXPLOITATION À GRANDE VITESSE.

Compte rendu par M. Chargueraud, ingénieur des ponts et chaussées.

Chapitre Ier. Programme des travaux	27
— II. Analyse des rapports présentés	28
— III. Examen en section	32
— IV. Assemblée générale	35
— V. Observations personnelles de l'auteur du compte rendu	36

2e Question.

OUTILLAGE DES PORTS.

Compte rendu par M. Monet, ingénieur des ponts et chaussées.

I. Analyse sommaire des rapports présentés au Congrès :	
Rapport de M. de Jongh	40
Rapport de M. Schuurman	48
Rapport de MM. Dardenne et Monet	53
II. Discussion et observations du rapporteur	62

3e Question.

MOYENS DE PRÉVENTION DES CHÔMAGES PAR LA GELÉE.

Compte rendu par M. Caméré,
ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Préambule 68

Analyse sommaire des rapports présentés au Congrès :

Rapport de M. Narten 69
Rapport de M. Caméré 74
Rapport de M. Rigaux 80
Rapport de M. Dibos 85
Rapport de MM. Bekaar et Nelemans 90
Rapport de MM. Schuurman et Burgdorffer 95
Rapport de M. Cramer 105

Observations personnelles du rapporteur 109

Conclusions du Congrès sur la 3e Question 114

4e Question.

TRACTION ET PROPULSION SUR LES CANAUX, SUR LES RIVIÈRES CANALISÉES ET SUR LES RIVIÈRES À COURANT LIBRE.

Compte rendu par M. Hirsch,
ingénieur en chef des ponts et chaussées.

I. Analyse des documents 117
Rapport de M. Stieltjes 117
Rapport de MM. de Mas et Hirsch 118
Rapport de M. de Bovet 119
Études de M. Maurice Lévy 120
Note de M. Debeil 120
Documents présentés par M. Watson 121

II. Discussions en section et en séance générale 122
Touage dans le souterrain de Pouilly 123
Toueur à adhérence magnétique 123
Divers projets de halage sur les canaux 124
Communication de M. Debeil 125
Analyse du rapport de M. Stieltjes 125
Vote des propositions 125
Délibération en séance plénière 126

III. Appréciations personnelles 127
Voies navigables de la Hollande 127
Examen des procédés de traction :
Étude technique. — Navigation sur les rivières. — Bateaux isolés. — Navigation par convois. — Touage par adhérence magnétique. — Halage sur les canaux. — Halage mécanique. — Systèmes proposés. — Conditions à remplir par le halage mécanique. — Étude économique. — Circulation sur les rivières. — Traction sur les canaux. — Du monopole de la traction 131
Résumé et conclusions 147
Propositions à soumettre au Congrès 149

RÉSISTANCE À LA TRACTION DES BATEAUX.

Compte rendu par M. B. de Mas, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Analyse des rapports présentés au Congrès 151
Examen en section 153
Assemblée générale 160

5e *Question.*

PÉAGES SUR LES VOIES NAVIGABLES.

Compte rendu par M. Dardenne, ingénieur des ponts et chaussées.

Chapitre Ier. Analyse des rapports présentés au Congrès 161
Rapport de M. Hatscheck 162
Rapport de M. Dufourny 166
Rapport de M. Renaud 170
Rapport de M. Deking-Dura 174
— II. Discussion en section 177
— III. Résolutions en assemblée générale 187

6e *Question.*

RELATIONS ENTRE LA FORME DU TRACÉ DES RIVIÈRES ET LA PROFONDEUR DU CHENAL.

7e *Question.*

RÉGULARISATION DES RIVIÈRES EN BASSES EAUX.

Compte rendu par M. Mengin, inspecteur général des ponts et chaussées.

Préambule 187

Chapitre I^er^. Analyse succincte des mémoires présentés au Congrès :
§ 1^er^. *Sixième Question :* Corrélation entre le tracé des rives et la profondeur.......... 190
§ 2. *Septième Question :* Régularisation des rivières en basses eaux.......... 199
— II. Analyse des discussions :
§ 1^er^. Digues de basses eaux.......... 204
§ 2. Sinuosités dans les fleuves à marée.......... 205
§ 3. Emploi des arcs circulaires.......... 206
§ 4. Importance des courbures.......... 207
§ 5. Vœux divers.......... 208
— III. État de la question :
§ 1^er^. Fleuves sans marée.......... 209
§ 2. Fleuves à marée.......... 212

LES PORTS MARITIMES DE LA HOLLANDE, AMSTERDAM ET ROTTERDAM.

Par le baron Quinette de Rochemont,
inspecteur général des ponts et chaussées.

Nouveau chenal d'accès de la mer à Rotterdam.......... 215
Port de Rotterdam.......... 217
Canal de la mer du Nord.......... 221
Amsterdam.......... 226

SÉPARATION DE LA MEUSE ET DU WAHAL.

Notice par M. Guiard, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

I. Exposé du programme des travaux.......... 232
II. Compte rendu de la tournée.......... 238

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.